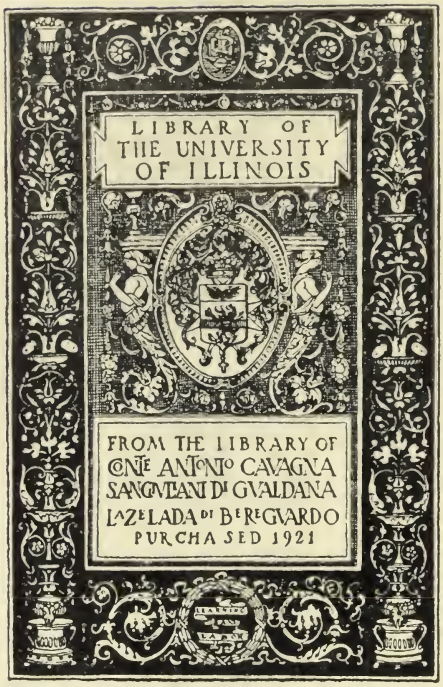
U-11-42



627.1
P33pIn
v.2

Digitized by the Internet Archive
in 2011 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign

http://www.archive.org/details/lartedireggereif02nico

L' ARTE

DI REGGERE I FIUMI

1

La presente traduzione venne fatta sulla seconda edizione di Monaco, 1835; *la prima edizione vide la luce a Monaco nel* 1825.

L' ARTE

DI

REGGERE I FIUMI

DI ENRICO BAR. DE PECHMANN

REGIO CONSIGLIERE SUPERIORE DELLE PUBBLICHE COSTRUZIONI
DI BAVIERA, E CAVALIERE DELL' ORDINE MILITARE
DEL MERITO DI MASSIMILIANO GIUSEPPE

TRADOTTA DAL TEDESCO

ED AMPLIATA CON LA DESCRIZIONE DEI LAVORI SUL RENO

DALL' INGEGNERE

RINALDO NICOLETTI

DOTTORE IN MATEMATICA ED UFFICIALE DELL' IMP. REG. GOVERNATIVO
DIPARTIMENTO DEL GENIO PER LE PROVINCIE VENETE

VOL. I - PAR. II.

VENEZIA
NEL PREMIATO STABIL. DI G. ANTONELLI ED.
1846

Gr7.1
P33p In
v.2

SEZIONE NONA

DELLE CHIUSE

§. 1.

Le chiuse sono argini che attraversano un fiume o un ramo di fiume, all' oggetto di alzare per qual si voglia fine il livello delle sue acque.

Anche gli argini, che vengono eretti allo scopo di raunare dell' acqua, o intorno agli stagni per dare movimento a molini, o per formare ampii serbatoi d' acqua, che in tempo di siccità servono a riempiere i canali magri, si potrebbero a giusto titolo chiamare col nome di chiuse, quantunque questa denominazione non sia per tale oggetto usitata.

§. 2.

Hannovi tre specie di chiuse :

1.ª Le *chiuse fondali.*

2.ª Le *chiuse a cascata.*

3.ª Le *chiuse a cateratte.*

§. 3.

Se una chiusa è piantata sotto la superficie fluida in guisa che mai non si presenti a fiore dell' acqua, essa prende il nome di *chiusa fondale.* Se soprasta al pelo dell' acqua in modo da non

903297

restarne coperta se non che nelle piene più alte, essendo la sommità della chiusa notabilmente più elevata del pelo ordinario dell' acqua, chiamasi allora *chiusa a cascata*. Queste seconde si dicono ancora perfette cascate, e le prime cascate imperfette. Una chiusa che consista in una serie di aperture, che possono a piacimento venire aperte e serrate mediante qualche adattato meccanismo, nomasi *chiusa a cateratte*. Spessissimo vengono insieme combinate le chiuse a cascata, e quelle amovibili per via di cateratte.

§. 4.

Il fine principale delle due prime specie di chiuse, è quello di far rigurgitare il fiume onde procacciargli con questo mezzo una caduta sufficiente allo scopo di animare molini, ed altri edifizii, che hanno bisogno della forza dell' acqua per essere mossi; possono anche impiegarsi nei piccoli fiumi onde ridurli navigabili, attesochè servono pure a minorare il pendio e la velocità, ed aumentano in conseguenza la profondità. A tal effetto sono singolarmente idonee le chiuse fondali, perchè con esse si può diminuire l' inclinazione e la velocità d' un fiume, senza che per ciò, siccome nell' impiego delle altre chiuse, debba essere interrotto il passaggio delle barche, come vedremo in appresso.

I.

Dei profili e della materiale struttura delle chiuse.

§. 5.

Il profilo di una chiusa deve essere ordinato in modo che questa faccia rigurgitare l' acqua fino all' altezza che è necessaria allo scopo che si vuole con tal mezzo ottenere, lasci trascorrere sopra di sè le fiumane, ovvero le lasci passare attraverso le sue

aperture, senza produrre dannose inondazioni, e che abbia una configurazione per la quale si trovi in grado di opporre bastevole resistenza alla rovinosa forza dell' acqua.

§. 6.

Alle chiuse fondali non compete che una piccola altezza. Qual massimo limite della medesima può essere assunta la dimensione di 3 piedi (met. 0,88), e questa pure non può ordinariamente aver luogo se non quando lo scopo dell' opera consista nel movimento di molini ed altri opifizii. Per altezze maggiori si debbono porre in opera le chiuse della seconda e terza specie. Qualora siano destinate a scemare la caduta e la velocità di un fiume per il comodo della navigazione, basta spesse volte un'altezza anche minore, ma diventa però necessario un numero più frequente di esse. Nella prossima sezione si parlerà più diffusamente su questo argomento.

§. 7.

Se una chiusa fondale è alta men di 3 piedi ed intesa a diminuire la caduta del fiume, siccome in tali circostanze non è possibile alcuna violente correntia può essere allora fabbricata in una maniera affatto semplice. Una fila di pali piantati alla scambievole distanza di 1 piede (met. 0,29), dietro ai quali vengono adagiate delle fascine di annegamento, basta spesso a cogliere pienamente lo scopo. Se la chiusa ricerca maggiore solidità, si affranchi un architrave o corrente sopra la testa della palata, e se il fondo del fiume fosse mobile a segno da doversi temere un' escavazione al piede della medesima, una parete di panconi o palanche conficcata dinanzi a quell' architrave terrà lontano ogni fondamento di timore. Qualora s' incontri un fondo abbastanza sodo, ed esser vi possano arrecate pietre di competente misura, si può eziandio costruire una bassa chiusa fondale in forma di dosso piatto, composto di sassi lanciati alla rinfusa. Se parecchi ne vengono uno dietro

l' altro impiantati onde decrescere la pendenza del fiume, si alza d' ordinario davanti, e al tergo di essi il letto fluviale in modo, che la sommità della chiusa rimane a giacere nel di lui piano, restando con ciò tramutato l' intero edificio in una semplice soglia, o platea.

§. 8.

Dovendo farsi più alta la chiusa fondale, e non essendovene superiormente alcun' altra, che serva a moderare la velocità delle acque, cosicchè vi possa aver luogo al di sopra una impetuosa corrente, è duopo in tal caso ricorrere ad una più robusta maniera di costruzione. Si battono a tale oggetto due schiere di pali, vi s' incastrano sopra degli architravi e correnti, si conficcano davanti ad esse delle palancate, si empie lo spazio intermedio, con fascine, ghiaia o sassi, e, per conferire al sistema una maggiore fermezza, si collegano i correnti da una fila all' altra con delle traverse, che formano una specie di graticolato, i vani o campi del quale possono venire regolarmente selciati.

§. 9.

Al piede inferiore di cosiffatte chiuse fondali è ordinariamente possibile uno scalzamento che può mettere in grave compromesso la loro stabilità. Avendosi a disposizione sassi di sufficiente grandezza, che siano pesanti quanto che basta per opporre alla corrente una valida resistenza, si copre inferiormente alla chiusa il letto del fiume sopra un' ampiezza di 8 a 10 piedi (met. 2,33 a 2,63), dapprima con un lavoro di fondazione o con fascine, e poscia con pietre. Sarà pratica molto utile quella di far salire la sassata al ciglio della chiusa, in modo che venga a formare una superficie inclinata. La fig. 34 rappresenta l' intera struttura di una chiusa di questo genere. Si aumenterà essenzialmente la solidità e la durata dell' edificio se all' unghia della sassata verrà

battuta una fila di pali, i quali abbiano al più un piede (met. 0,29) d' intervallo fra loro, e le cui teste si trovino nel piano stesso dell' alveo, od almeno di poco soltanto a questo soprastino. Codesta ultima schiera di pali rendesi allora massime indispensabile, quando per mancanza di pietre adattate, non si possa eseguire la sassaia. Si empie allora lo spazio tra la palata e la chiusa con opere fondali, oppure con fascine di annegamento.

§. 10.

Dietro una foggia analoga affatto alla precedente, vengono composti in alcuni fiumi della Baviera meridionale, principalmente nell' Isar, gli usitati alberi d' immersione, i quali fanno le veci delle chiuse da molino, e nel più stretto senso della parola, non sono altro che chiuse fondali. Alcuni di essi consistono in travi giacenti una sopra l' altra, forate, e consecutivamente fermate con sottili pali parallelepipedi, denominate aghi, e costituiscono una parte posteriormente alquanto inclinata. Addietro, in qualche distanza è fitta nel fondo una parete di palanche, la quale si appoggia a una soglia connessa ad incastro sopra un filare di pali, e lo spazio fra queste due pareti è ricolmato di sassi. Del resto la struttura di codeste chiuse fondali o alberi d' immersione non è sempre la stessa, concorda però sempre nello spreco del legname, ed appunto perciò non è raccomandabile la loro imitazione. Per le palancate vengono di sovente adoperati quei pezzi che nel taglio delle tavole cadono esternamente, e sono da una parte ancora rotondi, i così detti scorzoni, i quali vanno verticalmente conficcati in due serie, una aderente all' altra e in guisa che l' anteriore vada a coprire le commessure della posteriore. Spesso ancora si riducono ad una fila di pali affondati in vicinanza uno dell' altro, fra i quali onde rendere più compatta la risultante parete, si cacciano dentro dei pezzi di quegli scorzoni. Cosiffatte pareti corrispondono per lo più all' ufficio che da esse si attende, e servono

di prova che in casi di minore importanza, si può spesso aver quanto basta con mezzi assai semplici, e quindi non dovrebbero mai rimanere qui inseguite. Sopra le più depresse di tali chiuse valicano le zattere di legname senza difficoltà e pericolo; le più alte poi sono provvedute di un particolare guado per le dette zattere, che consiste in una semplicissima gora di legno.

§. 11.

L' altezza delle chiuse a cascata viene del pari in gran parte determinata dall' altezza della caduta di cui si ha bisogno pel divisato intento. Ma vi hanno ancora altre circostanze da prendersi in accurato riguardo nelle opere di questo genere. Per cagione, cioè, di una chiusa a cascata, piantata troppo alto, il fiume ad ogni evenienza di piene può esser indotto a traboccare dalle sponde, e può ben anco succedere che le sue acque, spagliando sulle adiacenti campagne superiori, le riduca alla condizione di paludi. Quindi non si deve mai fabbricare una chiusa di questa specie in situazione dove le ripe superiori sono depresse, e possono perciò essere facilmente tracimate, od almeno è in tal caso necessario di aggregarvi un sufficiente numero di sfogatori fondali, oppure di accoppiare una chiusa a cateratte.

§. 12.

Le varie maniere di costruire le chiuse a cascata, sono abbastanza fra loro diverse. Si ponno fabbricare di legname e di sassi, e in ambidue i casi la foggia della loro costruzione suol variare a norma della grandezza e della forza del fiume o rivo che sono destinate a ringolfare, e a norma della loro altezza. In generale queste diverse foggie di edificare le chiuse debbono in ciò andar tra loro d' accordo, che lo scorrimento dell' acque al di sopra di esse possa aver luogo in modo che ne restino danneggiate il meno possibile, che al loro piede non venga scalzato il fondo del fiume,

e che elleno stesse non rimangano esposte al pericolo di essere scompaginate e distrutte.

§. 13.

La forma più adattata per il profilo trasversale di una chiusa onde raggiungere lo scopo testè accennato, si verifica quando superiormente incomincia con una linea convessa *a b* (fig. 35) che viene continuata sino alla sommità della chiusa, discende inferiormente secondo una linea concava *b c*, e da ultimo termina in una linea *c d*, orizzontale o quasi, la quale deve essere la metà circa di quella ricurva, e tangente alla medesima. In tal guisa l' acqua, senza essere turbata nel suo movimento, vi correrà sopra, e si verserà nel letto inferiore, senza poter cagionare una escavazione o sia un gorgo. Queste linee devono insieme concorrere nella maniera indicata dalla figura, e come venne spiegato nella sezione ottava, al §. 56, in relazione alla fig. 19, quantunque la maniera di segnare coteste curve ivi si rappresenti per un oggetto affatto diverso.

§. 14.

Alla prima vista del soprassegnato profilo si ravvisa del resto che non può essere a perfezione eseguito, salvo che nelle chiuse di sasso, e mai in quelle di legname. Per le ultime non è possibile che di avvicinarsi allo stesso, e si va comunemente paghi di costituire la loro cresta inclinata verso la parte inferiore, affinchè la caduta da esse nell' alveo di sotto, venga quanto è possibile scemata ovvero se questa caduta fosse considerabilmente alta, si adotta l' espediente di romperla col mezzo di gradini, o balzi, e finalmente, per impedire lo scalzamento del fondo, si dispone al piede inferiore della chiusa un letto fondale giacente quasi parallelo all' orizzonte. Andiamo ora a considerare diverse strutture di tali chiuse quali usitate, o convenienti si trovano a seconda della

varia grandezza, e delle varie proprietà de' rivi e de' fiumi, nei quali vengono erette.

§. 15.

La struttura più semplice, ma soltanto adoperabile nei minori fiumi, è la seguente (fig. 36) :

Si piantano due file di pali che siano fra loro distanti 5 piedi (met 1,45), all' incirca da mezzo a mezzo. L' intervallo tra le file stesse è di piedi 6 (met. 1,75). Vi si conducono sopra i correnti *c c*, e davanti ai medesimi si affondano i pali di sponda *b b*. Indi vengono col battipalo confitte le due serie di colonne *d* ed *e* lontane fra loro 4 piedi (met. 1,16), da asse ad asse, recise poscia al punto che occorre per l' altezza della chiusa (quelle *e* inferiori alcuni pollici più basse), vi si affrancano sopra correnti e traverse *m*, e si applicano delle pareti di tavoloni a tergo dei pali. Lo spazio interposto alle pareti viene riempito di ghiaia, e si adatta quindi sopra la chiusa una coperta di tavoloni alquanto sporgente verso la parte inferiore. Si premunisce di sotto la chiusa con una sassaia, la quale viene nel lato opposto incassata da un filare di pali fitti a contatto fra loro, e ove non si abbiano sassi di bastevoli dimensioni si affonda una schiera di più grossi pali come *p* nella fig. 38, alla quale è addossato un corrente, che serve di appoggio ad un suolo di tavoloni, il quale deve spianarsi a livello della massima magra.

§. 16.

Nelle situazioni montane, che abbondano di legname sogliono approntarsi le chiuse anche in forma di cassoni composti semplicemente di travi. La fig. 37 offre la sezione di una chiusa di questo genere. Hanno queste chiuse, come la precedente, due ordini di palancate, spesso della struttura che è stata di sopra citata in proposito degli alberi d'immersione (§. 10), sopra le quali, o

sopra i correnti, presso cui trovansi esse confitte, vengono erette le pareti di travi orizzontali. Contengono delle pareti intermedie in simil modo costrutte, e fra le stesse si fanno passare delle singole travi, che servono ad incatenare le pareti anteriore e posteriore della chiusa. Codeste chiuse formano sul fiume un cassone di travi, che lo attraversa, della struttura delineata nella fig. 10 della prima parte di questo libro, la quale è atta a render più chiara la descrizione presente. Le travi inferiori delle pareti intermedie vengono immorsate ad incastro sui correnti longitudinali accanto ai quali sono battute le palancate, onde evitare la scompagine della chiusa, per causa della pressione e dell' urto dell' acque. I fusti degli alberi che servono alla fabbricazione di codeste chiuse, si possono disgrossare in forma di parallelepipedi, od anche lasciare rotondi. In questo ultimo caso, per altro le faccie delle travi che vengono a contatto fra loro debbono essere per appunto spianate, affinchè combacino esattamente, attesochè senza una tale preparazione lascierebbero insinuarsi troppa acqua nel corpo della chiusa. Lo spazio interiore suol essere riempito di ghiaie, od anche di fascine, e superiormente i campi formati dalle travi trasversali sogliono lastricarsi, o meglio ancora, si ricopre tutta la sommità con una fodera di tavoloni. Entrambe queste specie di chiuse, e le altre che loro assomigliano, affinchè possano meglio resistere alla pressione dell' acqua debbono aver la base larga una volta, e mezzo l' altezza.

§. 17.

La struttura delle surriferite chiuse, non può in verun modo chiamarsi perfetta. Ma ad onta di ciò si vede corrispondere allo scopo in quelle località, ove si trova usitata, e perciò ho stimato opportuno di menzionarla, attesochè, in grazia della sua semplicità, e della lieve spesa che apporta, per molte circostanze locali può esserne raccomandata l' imitazione. Una delle imperfezioni,

onde sono tacciate queste chiuse, consiste nella difficoltà di renderle talmente fitte che l' acqua non vi possa nè poco nè punto penetrare; ma nei siti di monte pel ripido pendio che d' ordinario vi esiste, qualche lieve perdita d' acqua di rado è da stimarsi nocevole, e perciò meno caso è da farsi della testè motivata imperfezione.

§. 18.

Una perfetta costruzione di chiuse, e che mette al coperto da qualunque perdita d' acqua è la seguente: In direzione del petto e della spalla della chiusa, si affondano col battipalo le solite palancate d' incassamento, e sopra di queste, e sopra le palizzate, si adatta stabilmente una graticola, sotto il mezzo della quale, a seconda che la chiusa è più o meno larga, viene eziandio conficcata una ed anche due file di pali, i quali vengono ad occupare i punti dove s' incrociano i sovrapposti membri della graticola. Si copra quest' ultima con uno strato di tavoloni, i quali esser debbono esattamente uniti costa a costa e in modo che l' acqua non giunga a farsi strada tra loro. Poscia, lungo le faccie esterne della chiusa si battono i due ordini di colonne *a* e *b* (fig. 38) poste alla vicendevole distanza di 6 piedi (met. 1,75) da centro a centro, e digrossati in forma di parellepipedi, e mediante i panconi applicati di dietro, restano completate le pareti esteriori. Nel mezzo della chiusa si erigano eziandio due altre pareti di tavoloni, distanti una dall' altra almeno 2 piedi (met. 0,58). Lo spazio intermedio *A* si colma con argilla o sia terra cretosa compressa a colpi di mazzeranga, e i vani laterali *B* ricevono una riempitura di ghiaie. Sopra le due palizzate esterne, si assicurano dei correnti, e a questi s' incastrano a coda di rondine le traverse *m*, e l' intero sistema viene poscia coperto da uno strato di tavoloni. Del resto si vede benissimo che in questa foggia di costruzione, della quale s' incontrano piuttosto frequenti gli esempi, possono risparmiarsi

le pareti intermedie, ed il riempimento d' argilla alle stesse frapposto, purchè le pareti esterne si rendano impermeabili all' acqua e vengano soprattutto eseguite con la necessaria diligenza.

§. 19.

Ove sia considerabile l' altezza di una chiusa, si può sminuire l' eccessiva caduta dell' acqua, ed il pericolo, a cui rimane esposta la scarpa dell' edificio, coll' interrompere la caduta stessa per via di un balzo o gradino, nel quale l' acqua, che si arrovescia, viene a spezzarsi, e ne resta perciò rintuzzata l' impetuosità. La fig. 39 rende superflua una più circostanziata descrizione.

§. 20.

Al piede delle alte chiuse, e generalmente al piede di tutte, è convenientissimo, e per lo più indispensabile, un letto di pietre o di fascine, ovvero una protrazione orizzontale della chiusa coperta di tavoloni, all' uopo di antivenire ogni scavamento del fondo presso l' unghia del manufatto. Questa precauzionale misura, e in pari tempo misura di rinforzo, è stata già indicata di sopra, e le figure della presente sezione che servono a rappresentare i differenti profili delle chiuse, contengono eziandio questa loro appendice nelle sue differenti forme e composizioni. La medesima, specialmente nelle chiuse più elevate, deve andare spianata sotto il pelo delle massime magre, e in ogni caso più a basso che sia possibile, affinchè nelle escrescenze l' acqua che si precipita con furia della cresta delle chiuse, trovi questo presidio del piede loro abbastanza a fondo sott' acqua, e possa quindi aver meno energia di danneggiarlo.

§. 21.

Le chiuse finora descritte appartengono ad un genere di costruzione, che incontrasi comunemente adoperato, ma non corri-

spondono in verun modo alla forma, che al §. 13 è stata additata come la più confacente per le chiuse, che il legno non giugne veramente a imitare, ma che per altro ammette un avvicinamento notabile, e corrispondente al divisato scopo. Nelle due diverse strutture, che stiamo per considerare, vi si è pigliato maggiore riguardo.

Nella fig. 40 il fondo della chiusa consiste in una graticola, o zatterone di travi coperto di tavoloni, come nella fig. 38.

Il petto della chiusa è composto di una fila di pali distanti fra loro 5 piedi (met. 1,45), da mezzo a mezzo, il cui architrave o corrente *a* giace per appunto sotto il pelo magro dell' acqua dalla chiusa rigurgitata, e di una parete di tavoloni inaccessibile all' acqua applicata di piatto alle faccie anteriori de' pali. Sopra il tavolato della graticola eretta viene la parete di travi orizzontali *c*, la quale è coronata dall' architrave *b*, che costituisce la cresta della chiusa, e la cui posizione resta fissata a norma dell' altezza, che compete alla chiusa. Quest' ultima parete viene lateralmente sostenuta da pali affondati, che stanno rimpetto a quelli delle palizzate esteriori fra le quali vanno saldamente affrancati i puntoni *a b* e *b d*. L' inclinazione dei puntoni *b d* deve formare una scarpa di 2 piedi almeno. Trasversalmente a questi puntoni nel senso longitudinale dell' edificio vengono incastrati dei telai, e sopra questi si adattano dei tavoloni, che formano la copertura della chiusa. Gli spazii interiori sono imbottiti con materie fluviatili, ovvero con muramento a secco. Inferiormente è posto a giacere sotto il pelo della massima magra un letto di sassi o fascine, oppure un suolo di tavoloni, come già è stato descritto.

§. 22.

La struttura, che segue (fig. 41), potrebbe forse anche meglio corrispondere allo scopo. Si piantano le file di pali *a b c d e f* e sopra di esse si portano i correnti longitudinali, il primo dei

quali *a* aggiunge l' altezza totale della chiusa. I correnti della seconda e terza fila si trovano da 2 a 4 pollici (met. 0,05 a 0,10) più basso. L' ultimo forma in pari tempo il punto iniziale di una dolce curva nella quale vengono a stare gli architravi che coronano le palizzate *d*, *e* ed *f*, e di cui l' ultimo trovasi a livello della massima magra del tronco inferiore, od almeno non molto sopra di tale livello. Su questi architravi è disposto ad arco, e assicurato con chiodi il rivestimento della chiusa composto di tavoloni grossi da 3 in 4 pollici (met. 0,07 a 0,10). Lo spazio interposto ai varii ordini di pali viene empito con una imbottitura di fascine. Per maggiore solidità e sicurezza al piede di codesta chiusa può essere del pari disteso un letto di sassi, o di fascine. La fila principale si compone di pali fitti a contatto l' uno dell' altro.

§. 23.

Perchè le chiuse riescano impenetrabili all' acqua non sempre si trovano indispensabili le palancate, che sono abbastanza dispendiose, e gli altri mezzi a tal fine rivolti, che si vennero sin qui descrivendo. Nei fiumi che corrono spessissimo in acque torbide e lutulente, circostanza che ha luogo specialmente nei fiumi montani, si può eziandio giungere alla meta in un modo meno costoso e più semplice. Si costruisce cioè la chiusa di file parallele di pali, come quella testè descritta, e si colmano gli spazii frapposti con un lavoro di fascine accuratamente approntato. Le fascine però debbono esser formate di ramicelli flessibili, e qui in grazia della maggior durata, ben potrebbero meritare la preferenza quelli di ontano, acciò si assettino in ogni punto gli uni sugli altri, e non lascino fra loro interstizii di sorta. Convien per altro nella prima fila superiore affondare i pali uno dietro l' altro, o che almeno si trovino alla vicendevole distanza di 1 piede (met. 0,29).

§. 24.

Le coperte delle chiuse di legno rimangono esposte all' alternativa del secco e dell' umido, e perciò soggiacciono presto alla putrefazione, che rende necessarii molti racconciamenti e spesse rinnovazioni delle medesime. Nei rapidi fiumi montani, che traggono seco ciottoli e sassi di scabra superficie, agisce perniciosamente sopra di esse anche un' altra causa di distruzione. Le ghiaie, cioè, che sopra vi scorrono, le vanno corrodendo a poco a poco con lo sfregamento. Diventano perciò continuamente più sottili, finchè da ultimo restano affatto consumate. Per sottrarle a questo rovinoso effetto, si è lor data un' inclinazione verso la parte superiore invece che verso l' inferior parte del fiume. Senza contrasto vengono esse con questo mezzo sottratte al corrosivo attacco delle ghiaie, ma da ciò nasce il discapito che la precipitosa caduta dell' acque dal ciglio della chiusa nell' alveo inferiore cresce in altezza, e diventa più pericolosa al piede in causa della escavazione di sotto da tale alzamento renduta più facile. Allorchè dunque si adotta codesto espediente, che io non raccomanderò mai come preferibile in verun caso, è d' uopo premunirla con tanto maggiore accuratezza. I mezzi di presidiare il piede delle chiuse sono già stati di sopra insegnati. La più sicura difesa contro la logorante azione delle ghiaie sulle coperture delle chiuse, è poi sempre riposta negli scaricatori fondali od anche in un solo di essi, poichè nelle escrescenze le ghiaie seguono codesta apertura, ed allora di rado soltanto, ovvero non mai giungono fino all' orlo superiore della chiusa.

§. 25.

Le chiuse di sasso possono fabbricarsi o con pietre da taglio ovvero con pietre greggie. Giacchè in simili opere non si cura punto l' appariscenza, ma unicamente la convenienza e la durata

del lavoro, perciò è da darsi la preferenza alla costruzione con pietre greggie, siccome di gran lunga più economica e più confacente, qualora i sassi possano rinvenirsi bastevolmente grandi, e di adoperabili forme.

§. 26.

Di sopra al §. 13, si tenne in generale discorso circa la più confacente figura del profilo per le chiuse a cascata. Nelle chiuse di sasso può questa forma senza difficoltà essere mandata ad effetto. Andiamo prima di tutto a conoscere la costruzione delle chiuse di muro. Il loro fondamento è simile a quello delle chiuse di legname più accuratamente fabbricate, cioè una palificazione, la quale è incassata sopra e sotto corrente da una palancata e, dopo diligente riempimento, coperta con un suolo di tavoloni. Il petto, o sia la faccia rivolta a monte qualora la chiusa abbia una ragguardevole altezza, forma la linea retta *a b*, con una inclinazione pari alla quarta parte della sua altezza. Da un punto *c* si tira a questa linea l' arco *b d e*. Poscia da *c* si conduce la linea retta *c e f*, e sopra questa a una distanza da *e* alquanto più grande del raggio *c e* si fissa il centro *o*, dal quale si descrive l' arco circolare *e g* fino a 6 pollici (met. 0,15) sopra il pelo della massima magra, e quindi da *g* si guida la tangente *g h* sei pollici circa più depressa del pelo suddetto. È bene evidente che una chiusa di questa fatta deve essere tanto più ampia quanto è più violenta la improvvisa irruzione de' ghiacci. Principalmente poi l' arco circolare, che costituisce la parte culminante dell' edificio, deve essere segnato con un raggio più grande. Secondo questo profilo, la chiusa vuol essere costruita di grosse pietre unite con buon cemento di malta, e la sua superficie coperta con grandi pietre da taglio accuratamente lavorate nelle loro commettiture. Sarebbe spesa superflua quella di spianare finamente le pietre da taglio anche nella loro faccia esterna. Una superficie scabra è qui senza

confronto più idonea, e dà inoltre l' apparenza di maggior robustezza. A valle si batte dappoi nel fondo un filare di pali *h*, le teste dei quali stanno sotto il pelo delle magre, e l' intermedio spazio *g h* si empie con grandi sassi bene assettati fra loro, e rinzeppati con iscaglie di pietra onde renderli perfettamente immovibili. Questo letto di sassi forma allora la parte rettilinea della chiusa, che nel profilo della fig. 35 è stata distinta con la tangente *c d*.

§. 27.

Si può eziandio costruire delle chiuse con sassi lanciati alla rinfusa, disponendo in arcuazione la superficie dell' ammasso, che poi viene lastricata. Si affonda primieramente dinanzi alla chiusa una schiera di pali *a* (fig. 43), distanti fra loro piedi 4 (met. 1,16), da mezzo a mezzo, e sopra vi si adatta un architrave giacente sotto l' infimo pelo dell' acqua rigurgitata dalla chiusa, e avanti ad esso si batte una parete di palanche od anche di pali di minore riquadratura, le faccie contigue dei quali sono fra loro aderenti. Gli archi circolari che formano il contorno profilare della chiusa, vengono qui tirati con raggi più grandi, per via di che la chiusa rapporto alla sua altezza consegue un' ampiezza maggiore che quella di una chiusa murata di somigliante figura, e di cui anche ha realmente bisogno a motivo della sua men solida connessione, onde possa esercitare contro la corrente, e specialmente contro le irruzioni del ghiaccio, una più vigorosa resistenza. Indi si dispone dietro la palancata nella latitudine della chiusa da costruirsi un letto di fascine, al lembo inferiore del quale si pianta la densa parete di pali *b*, e sopra le fascine si erige la chiusa con sassi gettati alla rinfusa, gl' interstizii dei quali vengono accuratamente riempiti di sabbia e con scaglie o frammenti di pietre rinzeppati. Poscia, con le pietre più voluminose che hannosi alla mano

si forma e si lastrica la superficie della chiusa, avendo cura per altro che le loro faccie laterali siano disgrossate, all' oggetto che aderiscano esattamente fra loro, e non possano per alcuna causa venire smosse e spostate. Al piede della chiusa si stende da ultimo un letto di sassi, che vengono posti in opera nel modo sopraddescritto, secondo la direzione della tangente nel profilo trasversale.

§. 28.

Non può negarsi che le chiuse di sasso a contorni rettilinei, non possano corrispondere perfettamente al loro scopo, purchè per altro la loro scarpa inferiore non risulti troppo precipitosa. Anche per il fatto la maggior parte delle chiuse di pietra presentano questa forma di costruzione. Ma certamente le curvilinee, come qui sono state descritte, si conoscono più convenienti, atteso che, senza rompere così bruscamente l' acqua come le rettilinee, lasciano che si arrovesci giù della loro superficie, e giunta al loro piede, senza che questo corra pericolo di venire scalzato, la guidano più facilmente, e più naturalmente nella direzione orizzontale dell' alveo inferiore, e perchè da ultimo, in grazia di codesta forma, che non presenta alcun angolo, oppongono maggior resistenza alla corrente ed ai ghiacci, e riescono pertanto più durevoli.

§. 29.

Le chiuse a cateratte si compongono del fondamento, della platea, delle testate o coscie laterali, delle palate o pile di sasso, che servono a dividere una dall' altra le aperture della chiusa, e infine del meccanismo per aprire e chiudere le cateratte. La platea si divide in due parti, quella che giace all' insù della chiusa, e si chiama la platea anteriore, l' altra al di sotto, che dicesi platea posteriore, e sono l' una dall' altra disgiunte dalla soglia. Andiamo a conoscere più esattamente tutte queste parti con la scorta del disegno di una piccola chiusa di legname.

§. 30.

Le figure 44 e 45 rappresentano una picciola chiusa avente due luci o aperture larga ciascuna 6 piedi (met. 1,75). *A* (fig. 44) è la platea anteriore, *B* la posteriore, le quali entrambe s' inclinano dalla soglia *n*, verso i margini della fondazione; *d* costituisce lo stipite intermedio delle due luci. Del resto da queste figure, di cui la 44 esibisce la pianta e lo spaccato longitudinale, e la 45 il prospetto, si scorge con sufficiente chiarezza la struttura di simili chiuse, cosicchè è resa superflua una più circostanziata spiegazione di esse. Una essenziale e indispensabile parte di esse sono le tre palancate di cui la prima è fitta sopra corrente in corrispondenza all' orlo anteriore della platea, la seconda sotto la soglia, e la terza cade sotto il lembo esterno della platea inferiore. Le cateratte o paratoie delle luci si alzano col sussidio di catene (fig. 45 *B*), appese ad un asse cilindrico, che viene aggirato con leve o manovelle ficcatevi per traverso, e mantenuto fermo per mezzo di una catena da freno, e di un grimaldello.

§. 31.

Nei rivi più grossi, ovvero nei fiumi, lo stipite di mezzo alle cateratte consiste di più pali riuniti in grossezza, perchè deve al tempo stesso contrastare agli urti poderosi del ghiaccio, ed è superiormente munito di un palo obliquo che serve a tagliare le lastre di ghiaccio, e un altro lo seguita dalla parte inferiore, il quale fa l' uffizio di puntone. Al di sopra dello stipite si pone un largo e comodo pontile, sul quale si possano manovrare senza difficoltà le cateratte. Il fondamento, in sostanza, si uniforma al precedente, e non diversifica da esso che in quanto deve esser fatto sopra una base più ampia e con maggiore apparecchio di robustezza. Gli stipiti sogliono andare protratti oltre il piano del ponte, qualora la maniera di alzare le cateratte non li renda in

questa parte superflui. La luce di ogni apertura deve per lo meno esser larga 18 piedi (met. 5,25), perchè altrimenti divengono troppo anguste pel transito del ghiaccio; ma senza necessità non si devono ampliare oltre 24 piedi (met. 7,00), dacchè in tal condizione esigono le cateratte un eccesso di forza per poter essere alzate, quantunque, come fra poco vedremo, esistano degli artifizii meccanici, per mezzo dei quali riesce agevole l' alzamento di paratoie molto più ampie, tali cioè, da tramutare un ampio vano in due minori, e che poi nelle piene lasciano nuovamente libero l' esito all' acqua per la vasta apertura.

§. 32.

Passo ora a descrivere i meccanismi che occorrono per levare ed abbassare le paratoie delle luci. Del più comune che consiste in un asse cilindrico munito di catena da fermo col grimaldello corrispondente, si è già fatta parola al §. 30. Un' altra foggia di mettere in movimento le cateratte è quella delle viti. A tal fine vengono gli stipiti tenuti più bassi, affinchè il cornicione tiratovi sopra, e su cui giacciono le madreviti, soprasti solamente di 4 piedi (met. 1,16), al ponticello, stando sul quale s' imprime il moto alle viti, attesochè si è conosciuto essere questa l' altezza più comoda per il loro maneggio. Le viti sono in particolar modo a tale ministero adattate, quando è notabile l' altezza delle paratoie, nella qual circostanza attesa la più forte pressione dell' acqua, spesso anche aumentata dalle materie di aggestione che vi si trovano innanzi depositate, il loro inalzamento richiede grandissima forza, la quale, com' è noto, può essere ben facilmente amministrata dalle viti (fig. 45 *A*), senza che si abbia motivo da temere della rottura di alcuno dei membri componenti l' apparecchio, com' è di leggeri probabile in quello dell' asse orizzontale con catene.

§. 33.

Le due riferite maniere di elevare le paratoie hanno, come in parte si è già rimarcato, le loro imperfezioni. La prima degli assi o alberi da ruota agisce con una potenza piuttosto limitata, e non può quindi impiegarsi con vantaggio in cateratte larghe oltre 8 piedi (met. 2,33), in quanto che l' albero vuol essere allora più lungo, e conseguentemente si trova di più esposto al pericolo di rompersi, a norma che la chiavica diventa più larga, e più grande la forza che occorre per dischiuderla. Questo non è veramente il caso delle viti, le quali hanno per altro l' inconveniente che per loro mezzo l' alzamento delle cateratte non può succedere così speditamente come si desidera, e che per le chiuse, in cui, a motivo delle fiumane si debbono sollevare le cateratte a una notabile altezza è sovente difficile di ottenere viti ben lavorate di una lunghezza tanto considerabile. Abbastanza comune è per questo effetto l' impiego di quel meccanismo che è conosciuto sotto il nome di cassa da leva. La s' incontra quasi universalmente usata nella moltitudine di cateratte levatoie onde sono provvedute le chiuse erette nei dintorni di Monaco. La manovra ne è per altro in questo uso assai complicata, e tanto l' alzamento come l' abbassamento delle paratoie suol cagionare un noiosissimo travaglio. Io non la reputo per confacente, e credo, che nella esistenza di molto più adattati meccanismi, i miei lettori possono benissimo accontentarsi della semplice menzione di essa,

§. 34.

Un apparecchio assai degno di essere raccomandato per le chiuse a cateratte, onde aver modo di aprirle col minor possibile impiego di forza, è quello appunto in grazia di cui viene sollevata dapprima la metà superiore delle paratoie, e quando l' acqua è giunta a scaricarsi sino all' orlo superiore della metà sottoposta, si

dà mano pure all' alzamento di questa. Non c' è allora in ogni caso da vincere se non che la pressione della colonna fluida che agisce separatamente sopra ciascheduna di queste due eguali porzioni di cui è composta l' intera paratoia. Per maggiore intelligenza, aggiungiamo il disegno e la descrizione di così fatto apparecchio.

La paratoia (fig. 46) è mediamente divisa nelle due parti eguali *A* e *B*. Alla metà superiore *A* sono applicate le catene ovvero alcun altro dei noti artifizii per attuare l' alzamento. La metà inferiore *B* è da ambe le faccie fermata ai telai *a b*, *a b*, per entro ai quali la metà superiore si muove liberamente su e giù. All' atto di sollevare quest' ultima, si alza essa dapprima separatamente e sola, e scorre lungo i telai con moto ascensionale senza prendere seco l' infima parte *B*, sino a toccare l' estremità superiore in *a*. In tal guisa resta aperto al corso dell' acqua lo spazio *c*, interposto ai due mezzi della paratoia. Tosto che il pelo dell'acqua si è ridotto a lambire il margine superiore della metà *B*, si prosegue con l' alzamento, e così la parte *A*, mediante il telaio trarrà seco anche l' altra parte *B*, e con ciò si arriva ad aprire la cateratta nella sua totale altezza, senza che si abbia da superare un peso maggiore della metà di quello, che vuol essere vinto nell' alzamento di una ordinaria paratoia di pari grandezza.

§. 35.

Tra i più segnalati mezzi, che servono ad agevolare l' alzamento delle grandi paratoie, sono da annoverarsi le rotelle di fregamento o di attrito. Si assicurano agli stipiti, e non alle faccie laterali delle paratoie, poichè sarebbe difficile di unirvele con bastevole saldezza, od anche di applicarvele semplicemente in maniera che potesse tornar comoda. Hanno esse un' armatura di ferro della forma rappresentata nella fig. 57, la quale col mezzo di viti di ferro che la trapassano da parte a parte, viene affrancata

ai ritti, o alle pile secondo che la chiusa è di legname, ovvero di murale struttura. Codesta armatura è munita del braccio posteriore *a*, onde poter meglio contrastare alla pressione con cui la paratoia agisce dal lato opposto contro la rotella. Fa d' uopo sempre che tre almeno di queste rotelle o carrucole sieno una dietro l' altra applicate nel senso dell' altezza, affinchè la paratoia abbandonando col suo battente inferiore la più bassa, si trovi almeno a contatto di due ancora di esse. Le stesse carrucole sporgono, tutto il più una linea circa dal prossimo lato dell' incanalatura, o gargame, entro cui la paratoia ascende e discende, onde impedirvi l' immediato contatto e l' attrito che ne deriva, e non lasciare al tempo stesso che trapassi, salvo che una tenuissima quantità d' acqua. Giova moltissimo di coprire le paratoie lungo la linea dove toccano le carrucole, con lamine di ferro esternamente ridotte a perfettissimo piano. In virtù di queste carrucole, o rotelle fisse, la forza occorrente per l' alzamento è diminuita, a tenore dell' esperienza, o per lo meno di una metà.

§. 36.

Procediamo a conoscere un altro apparecchio che si presenta moltissimo idoneo al fine di agevolare l' alzamento delle paratoie a grandi dimensioni. I tavoloni che compongono la paratoia sono in tal caso fermati o a due, ovvero ad un trave verticale, che dicesi ritto, secondo che la cateratta è più o meno larga. Meglio ancora se questi ritti constino di due pezzi uniti in grossezza per mezzo di viti o chiavarde di ferro, e fra questi vengano incassati i tavoloni, come apparisce nella fig. 59. Nella faccia anteriore dei ritti viene sovrapposta la robusta lamiera di ferro *e f*, solcata da fori, e accanto ad essa si ferma una spranga ferrea guernita di denti, della quale vedremo in breve l' uffizio. Sopra il pontile che soprasta alla chiusa, in distanza tutto il più di 6 pollici (met. 0,15) dalla lamina pertugiata stanno i toppi o fulcri di ferro *m*. Servono

questi ultimi quali punti di appoggio ad un forte braccio di leva, la cui punta viene cacciata in taluno dei buchi della lama ferrea, dietro alla quale corrispondono nei ritti le competenti incavature. Con siffatta leva si porta in alto la paratoia, e in pari tempo un grimaldello che trovasi aderente al fulcro *m*, cade fra i denti della spranga contigua alla lama, nell'atto appunto che il braccio di leva s' insinua nel prossimo buco inferiore della lama. Si ripete codesto graduato alzamento, sintanto che la paratoia è salita alla richiesta altezza. S' intende da sè, che qualora in causa della maggiore ampiezza, sia la paratoia connessa a due ritti, com' è il caso appunto della figura che stiamo considerando, si deve inalzarla con l' aiuto di due leve, cioè da ambi i lati, nel medesimo tempo. Sul mezzo vedesi saldata una terza lama parimenti di ferro *r r*, guernita di denti situati alla vicendevole distanza di 4 pollici (met. 0,10). Quando si vuol nuovamente abbassare la paratoia, si deve sollevarla alquanto col mezzo delle leve, onde poter ritirare, i grimaldelli ed è allora che viene in funzione nella qualità di sostegno la lama intermedia, mediante un tronco di legno che s' intromette fra li suoi denti, e che poi si respinge con un colpo per lasciar cadere la paratoia.

§. 57.

La fig. 58 *A* rappresenta in iscala più grande la lama di ferro pertugiata, nella quale per sollevare la paratoia vanno di mano in mano introdotte le punte dei bracci di leva. Nell' approntamento di essa, i buchi sono incisi solo in tre lati, cioè nei due verticali, e nell' orizzontale di sotto, come vedesi disegnato in *a*. Il pezzo che ne risulta, ripiegato all' indietro, va a rivestire la faccia superiore *c*, della cavità intagliata sul dorso dei ritti corrispondente al foro della lamina, in cui entra la leva, che si appunta allora contro il medesimo pezzo. Si può anche approntare la lama pertugiata di ferro fuso ; nel qual caso tiene da una parte

un orlo rilevato con denti ne' quali ingrana il grimaldello, e rende quindi superflua la spranga ferrea dentata di cui nel precedente §. si è già fatta menzione. Tale guernitura di ferro fuso potrebbe in ogni caso essere preferibile al ferro di fucina per l' approntamento di questa medesima spranga, le quante volte si facciano di ferro battuto le lamiere forate. La robusta leva di legno lunga da 10 a 12 piedi (met. 2,92 a 3,50), termina davanti in una massiccia punta di ferro con essa saldamente unita a mezzo di grossi anelli, come senza bisogno di ulteriore discorso, è chiaramente indicato dalla fig. 60.

§. 58.

Può darsi il caso che le aperture di una chiusa, od una almeno di esse onde lasciar libero il passaggio ai tronchi di albero, e simili altre moli galleggianti che discendono colle acque in tempo di piena, debba avere un' ampiezza grande, a segno, che non convenga di chiuderla con una paratoia, in quanto che dovesse avere una larghezza, per la quale diverrebbe poco durevole, e troppa forza renderebbe necessaria per poter essere alzata. In tal condizione di cose puossi dividere l' apertura in due vani per via d' una intermedia colonna mobile, la quale, tostochè le due parziali paratoie siano rilevate, può essere del pari sollevata, e per tal guisa le due cateratte si riducono sempre ad una sola. La fig. 49 esibisce appunto il disegno di una così fatta struttura, Per poterla rappresentare con maggiore evidenza venne omesso il pontile situato innanzi alle paratoie, sul piano del quale sono stabilmente infissi i fulcri delle leve. La colonna intermedia *a b* ha il medesimo guernimento delle paratoie, all' oggetto di poterla sollevare, cioè una lama ferrea traforata, ed una spranga pur di ferro, e munita di denti, tra i quali ha luogo l' intrusione del rispettivo grimaldello, ed è inoltre armata di sotto con un robusto

piede di ferro ridotto a punta, e che esattamente combacia con un foro a bella posta incavato nel vivo della soglia. Ne' fianchi della colonna vanno praticate le incanalature o gargami, lungo i quali scorrono i lembi laterali delle paratoie. Colla sua sommità arriva la colonna all' intelaiatura del tetto, col quale si costuma di coprire l' edifizio, e dove essa, per via d' una apertura che vi è appositamente lasciata, mantiensi nel suo atteggiamento verticale. Più sotto si posa al fianco anteriore del ponticello, e mediante due regoli o guide che vi sono a destra ed a manca fermate, viene impedita dallo spostarsi lateralmente. Nel lasciar calare abbasso siffatta colonna, quand' anche si fossero effettivamente depositate delle materie nel cavo della soglia destinato a ricevere il di lei piede, il proprio peso, e l' impeto della caduta basteranno a farle tostamente uscire, e otterrà in questa maniera un saldo ed invariabile punto d' appoggio. Lo sgombero delle materie fluviali dal buco della soglia viene altresì favorito dalla forma stessa del piede della colonna che è fatto simile ad una piramide tronca rovesciata. Il disegno tenuto d'occhio finora, e lo spaccato, che vi è d'appresso delineato, serviranno a dilucidare gli oggetti che si vennero fin qui descrivendo. Si alzano primieramente le paratoie, e poscia anche la suddetta colonna, ogni qual volta il bisogno lo chiegga. Si avrà di già notato, senza che io mi faccia a rammemorarlo, che la medesima si alza e si abbassa, nella maniera stessa delle paratoie.

§. 39.

Credo qui non essermi lecito di passare sotto silenzio la maniera di chiudere e aprire i vani delle chiuse con travi sovrapposte abbenchè non sia tale da meritare alcuna raccomandazione. Si pongono cioè, nelle incanalature, le quali altrimenti sono destinate a ricevere le paratoie, delle travi sciolte consecutivamente una

sopra l' altra adagiate ed in modo che si venga a guadagnare con esse l' occorrevole altezza. Ad un lato, la sponda inferiore del gargame è così estesamente tagliata che le travi qualora non vengano da qualche altro ordigno trattenute, possono immediatamente spostarsi alla pressione dell' acqua, e la chiusa per conseguenza si apre. Ciò resta impedito da una colonna di legno messa dinanzi alle travi, la quale è tenuta ferma nella sua positura, abbasso con un ritegno incassato nel fondo, di sopra con un chiavistello. Appena si ritira tale chiavistello, la colonna cade supina sul fondo, le travi, che per non essere asportate dalla corrente, vengono attaccate a delle corte catene, indietreggiano alla spinta dell' acqua, e la chiusa è aperta rapidamente e con leggerissima fatica. Ma per chiuderla di nuovo debbono ricollocarsi le travi una al di sopra dell' altra. La colonna però, che deve sostenere la travata, giace sott' acqua, e non può essere rilevata. In conseguenza, viene dapprima eretta un' altra somigliante travata davanti alla prima, ed insinuata da ambe le parti in canalature complete all' oggetto di non avere bisogno di quella colonna di sostegno. Solamente dopo la formazione di questa accessoria parete, che serve a tener indietro le acque, si può rialzare la colonna che giace rovesciata sul fondo, e mettere di nuovo in opera l' ordinaria parete di travi orizzontali. Sopravvenendo la piena, dev' essere rimossa la parete sussidiaria levando le travi componenti una alla volta, onde potere quando giugne il momento opportuno aprire la chiusa, mediante liberazione della travata che è dalla colonna rattenuta. È dunque sempre necessario tanto per aprire quanto per serrare la chiusa, di andare incontro alla laboriosa fatica di porre in opera una seconda parete di travi. Chi volesse conoscere più particolarmente cotale apparecchio, può far ricorso all' Idraulica teorico-pratica di Wiebeking. Io non trovo necessario di darne un più minuto ragguaglio, e mi limito unicamente a rappresentarne i difetti e le imperfezioni.

§. 40.

È fuori d' ogni controversia che queste chiuse una volta che si abbia con molta fatica rimossa la travata superiore possono facilmente e speditamente essere aperte. Per altro, un aprimento così rapido di esse non è mai necessario, e per conseguenza, il perditempo e il travaglio che esige la reclusura delle medesime riesce tanto più grave. L' unico vantaggio adunque che sembrano avere, siccome non essenziale, e non necessario, è privo affatto di utilità. Oltrecciò la sovrapposizione delle travi nelle ampie luci è un lavoro così malagevole che soltanto dopo calo dell' acqua può venire intrapreso, ed anche allora non sempre i travagliatori vanno esenti dal pericolo di perdervi la vita. Ella è questa una circostanza sommamente sfavorevole pei molini, l' esercizio dei quali trovasi vincolato al regime di codeste chiuse, dovendo essi star fermi finchè l' acqua sia di nuovo totalmente calata, nella quale aspettazione perdono spesso parecchi giorni di uno stato d' acqua tanto per essi proficuo. Non di rado piccoli sassolini s' intrudono fra le travi, che restano per ciò appunto impedite dall' aderire esattamente fra loro, d' onde segue una ulterior perdita d' acqua oltre quella che viene ordinariamente consumata in causa di esse, non potendo mai il reciproco combaciamento delle lor commessure succedere con tanta perfezione da togliere qualunque adito ai trapelamenti del fluido. È inoltre manifesto che il governo di queste chiuse esige spese maggiori di quelle che sogliono occorrere nelle chiuse ordinarie, e che talvolta si veggono pure aumentate per la circostanza che nell' aprimento le travi vanno soggette a rompersi e ad essere asportate dalla corrente, onde poi esser debbono da altre nuove rimpiazzate.

§. 41.

L' esperienza non ha che troppo spesso dimostrato essere queste travate esposte a venire per qualche fortuito caso intempestivamente spalancate. Un rottame di ghiaccio o un tronco d' albero che corra a battere contro la parete in discorso, rompe la fortificazione della colonna di sostegno, la chiusa si apre, i molini si fermano. Si rende allora necessario un increscioso racconciamento, di cui il danno più lieve si è quello di aumentare le spese inerenti alla manutenzione di codesti edifizii.

§. 42.

Uno degli effetti più svantaggiosi di cui sono giustamente imputate queste chiuse, è l' alzamento dell' alveo. Siccome non vengono aperte intieramente salvo che nella sopravvenienza delle massime piene e lo scorrimento dell' acqua attraverso le luci non essendo promosso che mediante il lievo delle travi ad una per volta, così le travi inferiori rimangono bene spesso per lunghissimo tempo al loro posto. In fiumi che traggono seco materie in gran copia, il letto si rialza quindi ad un segno considerabile, finchè arrivi l' epoca sempre necessaria di levare per intero la travata, e quando alla fine viene aperta del tutto la chiusa, la sezione di scarico trovasi tanto più diminuita quanto più alto è pervenuto l' interrimento dell' alveo; e il pieno effetto dell' apertura delle luci non può allora aver luogo, se prima non vengano interamente rimosse tutte le materie fluviali decubitate dall' epoca dell' ultima apertura della chiusa, davanti alla medesima. Per altro finchè questo succeda, può aver luogo una buona parte di quei disordini che il diminuito afflusso dell' acqua è in grado di produrre, e a cui s' intendeva di ovviare coll' aprimento della chiusa. Qui ben si ravvisa che il mezzo appunto che deve produrre un rapido e subitaneo effetto, può cagionare un pernicioso ritardo del medesimo.

§. 43.

Ho creduto mio dovere di additare circostanziatamente i discapiti di questo sistema di aprire e serrare le chiuse, poichè spero così di renderlo avverso a taluno, che riponendo fiducia sopra straniera autorità, inclinato fosse a metterlo in esecuzione. Osservo inoltre che gl' inconvenienti rimarcati in codeste pareti ebbero piena conferma nelle nuove chiuse della Baviera con cateratte di travi orizzontali sovrapposte, le quali per appunto essendo state riconosciute disadatte e danneggevoli, si fu costretti di levarle totalmente, e di sostituire in loro vece delle cateratte elevatoie o saracinesche. Quelle al sostegno di Monaco hanno la struttura che è stata descritta negli antecedenti §§. 36 e 37, e di cui la fig. 59 ci esibisce il modello. Le lame di ferro pertugiate sono ivi di getto.

§. 44.

Nei fiumi e nei rivi che travolgono molte e grosse ghiaie possono queste arrecare gravi molestie alle gore de' molini, ovvero agli stabilimenti che hanno per iscopo di convogliare a galla il legname verso degli spazii a ciò peculiaramente destinati, cioè verso le corti da legna. Ove sieno per tali stabilimenti indispensabili delle chiuse munite di scaricatori fondali, debbono per le aperture loro approntarsi delle rastrellate, o steccati (di cui fra poco faremo conoscere la struttura), acciò il legname si trovi impedito di proseguire il suo corso attraverso le aperte luci delle chiuse. Ma i vani di codesti steccati, tosto che nelle piene si effettua necessariamente l' apertura delle chiuse, vengono dal legname stesso ingombrati, onde segue un arrestamento nel corso dell' acqua con pericolo manifesto degli adiacenti terreni. Contro entrambi questi incomodi e pericoli insieme, serve mirabilmente un ingegnosissimo apparecchio da due secoli almeno usitato nelle

saline meridionali della Baviera, altrove però troppo poco finora conosciuto, e del quale la tavola VI offre un particolareggiato disegno. L' essenziale di esso consiste in una o più affondature coperte di graticole, le quali praticate sono nel fondo dell' alveo, e precisamente davanti agli scaricatori, e davanti al canale diversivo della chiusa, per entro alle quali vanno a cadere le ghiaie, e dalle quali ogni qual volta ne accade il bisogno, aprendo le cateratte degli scaricatori, vengono tramandate nell' alveo inferiore alla chiusa. In questo modo si dà contemporaneamente uno sfogo all' acqua sul fondo del fiume, senza che le aperture di scarico esser possano imbarazzate dal legname che sopra a suo bell' agio vi transita. Codesti scaricatori fondali si trovano anche descritti e delineati ne' miei Annali di architettura, volume primo.

§. 45.

Le parti loro più importanti e più essenziali si riducono alle seguenti:

1.° Una o parecchie affondature scavate sul fondo del fiume, o del rivo, ovvero del canale di flottazione, davanti alle cateratte degli scaricatori (fig. 53, 55, 56, *dd*), e coperte con una grata *ii* (fig. 55, 56), la quale in questo luogo sottentra al piano del letto fluviale, ovvero al fondo del canale, e colà dove esistono siffatti edifizii, è conosciuta sotto il nome di specchio, nome che sarà da noi pure conservato. La sponda artefatta del fiume o del canale è dalla parte della chiusa o degli scaricatori, costituita dalla parete di travi *k k* (fig. 53, 55, 56). Dietro di essa stanno le saracinesche *v v*, che giungono fino alla soglia di quelle affondature. Finchè gli scaricatori sono chiusi, l' acqua prosegue placidamente il suo corso sopra le grate, ossia sopra gli specchi, e si lascia addietro le ghiaie, che vanno a cadere fra i campi delle graticole, nelle cavità sottoposte. Qualora accada di doverne fare il vuotamento, si alzano le saracinesche, l' acqua con veemenza precipita

giù dalle grate, e via travolge tutte le ghiaie e sabbie, sotto di esse accumulatesi, per le aperture delle cateratte. Dal numero delle saracinesche sollevate, e dal segno a cui viene portato il loro alzamento si ha qui sempre in proprio potere la quantità dell' acqua che si vuole lasciar trascorrere, o che vuolsi ritenere nel canale all' oggetto di poter avviare il legname galleggiante senza sconcerto alcuno al luogo della sua destinazione.

§. 46.

2.° Traendo seco un fiume misti alle sue ghiare dei massi di considerabile grandezza, i quali non possano tutti cadere attraverso i campi della graticola, e restandone questi in parte ingombrati, viene messo in opera un altro sistema, simile per altro in tutto a quello or ora descritto, con la sola differenza, che vi manca lo specchio. Esso precede immediatamente le cavità che vanno guernite di grata, e raccoglie i ciotti voluminosi, affinchè giunger non possano ad impacciare le susseguenti graticole. Si apre la cateratta corrispondente, e l'acqua vi precipita dentro con impeto tanto maggiore, e piglia seco quelle voluminose e pesanti materie, giacchè nè la massa ne resta diminuita, nè la velocità rallentata, come avviene nelle altre affondature, alle quali è sovrapposta una grata. Siccome lo sgombramento succede in pochi minuti, e la chiusa può essere di nuovo speditamente serrata, così tanto più facile riesce di scegliere per l' aprimento della medesima un istante, nel quale non galleggi legname di sorta nel canale, perchè altrimenti andrebbe asportato via, e conseguentemente perduto. Codesta cateratta coll' affondatura che vi corrisponde vedesi rappresentata nella fig. 53, al n. 1, e in *h h* della fig. 55.

§. 47.

Quanto si è detto finora è ben sufficiente a porgere una generale idea di codesti scaricatori fondali. Ora poi interessa che

si volga l' attenzione anche alle singole parti di cui sono essi composti.

Le cavità esistenti sotto agli specchi hanno un' inclinazione eguale almeno alla ventesima parte della loro lunghezza, verso appunto le cateratte, affinchè l' acqua vi ottenga sufficiente caduta e velocità per prendere in collo e trasportare le ghiaie. Il declivio è specialmente necessario nelle cavità senza specchio, che sono stabilite per i sassi di maggior volume.

Gli specchi vanno sostenuti da correnti assicurati ad incastro sulle teste dei pali fitti nel fondo a rifiuto di maglio. I campi loro possono esser lunghi 1 piede (met. 0,29) ed anche 1 piede e mezzo (met. 0,44), e larghi da 8 a 10 pollici (met. 0,19 a 0,24), la loro grandezza però dipende principalmente dal diametro delle materie, che debbono attraverso di essi cadere. La riquadratura dei membri componenti può importare 5 pollici (met. 0,12) circa in larghezza, e pollici 7 (met. 0,17) in altezza. Perchè non vengano sollevati dall' acqua, e specialmente perchè valgano a resistere all' urto retrogrado della medesima, cagionato dalla rapida discensione delle cateratte, conformate giusta l' apparecchio descritto al §. 36, si fermano ai sottoposti correnti con legamenti di ferro. Ma questa sola precauzione non basta sempre a guarentirli immediatamente presso le cateratte stesse dai perniciosi effetti di quella spinta di ribalzo. Contro ciò è necessario un apparato particolare, che consiste in una graticola di minori dimensioni (*m m*, fig. 55 e 56). Le spranghe trasversali di questa sono di ferro larghe nella faccia superiore 1 pollice (met. 0,024) circa, di sotto più strette, ed alte 1 pollice e mezzo (met. 0,036). Sono da ambi i capi ripiegate ad angolo retto, e finite in punta, con la quale vengono cacciate nei forami aperti precedentemente nel loro telaio. La spinta retrogada dell' acqua innocuamente si rompe nell' esigue superficie, che ad essa presentano codeste grate di ferro, e quindi

indebolito pure rimane il suo effetto contro le più discoste grate di legno.

§. 48.

Le cateratte levatoie, e le rispettive carrucole d' attrito furono già descritte ai §§. 35 e 36. È opportuno di ricoprirle, insieme al ponticello posto loro dinanzi con qualche fabbrica di legno, parte onde aver modo di chiudere l' accesso alle cateratte, parte per difendere l' intero edificio dalla perniciosa influenza delle stagioni. Si può anche trarre vantaggio da codesta fabbrica per custodirvi i varii attrezzi, di cui si ha bisogno nelle manovre per l' impulsione dei convogli di legname.

§. 49.

M' incombe inoltre di fare parola dei pontili e delle rastrellate. Vanno costruiti i primi lungo la chiusa a fine di mantenere aperta la comunicazione tra le diverse parti dello stabilimento, che altrimenti rimarrebbe interrotta durante il passaggio dell' acqua per le luci della chiusa stessa. Le rastellate consistono in una schiera di aste verticali piantate in vicinanza una dell' altra anteriormente al pontile, le quali lasciano trascorrere l' acqua pei loro intervalli e tengono indietro il legname galleggiante, che discende con la corrente, e che senza tale apparecchio andrebbe senz'altro perduto. I pontili *g g* sono rappresentati con bastevole chiarezza, nelle figure 53, 54, 55, senza che sia d' uopo d' alcuna ulteriore spiegazione sul conto di essi. Nella fig. 53 furono ommessi i tavoloni di cui è formato il piano transitabile degli stessi pontili. Davanti si scorge la rastellata, estesa per tutta la lunghezza della cascata. Essa è composta di una banchina *a a* larga 15 pollici, (met. 0,36) che giace a lato del ponte, e di una seconda banchina *b b* di eguale larghezza applicata di sotto, e pressochè a livello delle acque mezzane. Entrambe sono da parte a parte attraversate

con forami, larghi 5 pollici (met. 0,12), e distanti fra loro 1 piede (met. 0, 29) all' incirca. In questi vengono infilate le aste, e con un battipalo a mano si spingono a penetrare nel fondo, ovvero si fanno prender posto sopra il dorso di un' apposita soglia. Per mezzo di tali aste si forma la rastellata, la quale può essere di bel nuovo levata, tosto che ne venga a cessare il bisogno, e così possono anche serbarsi in asciutto le aste. Per il caso che la rastellata venga messa in opera in una località ove sia da temersi che per effetto delle ghiaie possa andare sconvolto il fondo frammezzo ai piedi delle aste, si adatta sul fondo stesso, e immediatamente dietro a quelle, una banchina sorretta da pali, alla quale va per davanti applicata una delle ordinarie pareti di piane o palancate.

§. 50.

La facoltà di tenere indietro i ciotti fluviali dallo spazio nel quale potrebbero riuscire dannosi, non è l' unica prerogativa degli addotti scaricatori fondali, poichè sono anche di essenziale giovamento, quando sopraggiunge una piena, nel tempo stesso che trovasi in attività il natante convoglio di legname. Quest' ultimo è tradotto innanzi alla rastellata, premuto fortemente dall' acqua, contro la medesima, e in tal modo rimane impedito il completo scarico. Anche le luci degli scaricatori, se vengono munite di rastelli appena che sono aperte, restano del pari in massima parte inoperose. Ma codeste aperture praticate sul fondo del fiume non possono mai mancare al loro officio di scarico, quand' anche l' alveo si trovi tutto coperto di legname flottante. E per questa ragione meritano esse di venire efficacemente raccomandate presso tutti gli stabilimenti addetti ai trasporti di legname a galla dell' acqua, per i quali sono necessarie le chiuse provvedute di scaricatori fondali, nel caso pure che non abbiano essi da arrestare alcuna specie di materie fluviatili.

§. 51.

Per causa di maggiore intelligenza i miei lettori si attenderanno forse una più dettagliata spiegazione dei disegni, intorno ai quali si sono fin qui aggirate le mie parole. Nelle quattro diverse figure, onde si compongono questi disegni, trovansi rappresentati i medesimi oggetti con le medesime lettere.

Fig. 54. La facciata dello scaricatore dalla parte del canale diversivo. La saracinesca n.° 1 chiude la luce di scarico per la cavità senza specchio, che è destinata a ricevere le ghiaie di maggiore diametro. Le saracinesche n.° 2 e 3 servono alle cavità munite dello specchio. Davanti alla saracinesca n.° 3 scorgesi lo spaccato trasversale del più piccolo specchio *m m*, visibile anche nelle fig. 55 e 56, e una porzione della travata *k k*, che forma la sinistra sponda del canale, e che ommessa venne davanti alle saracinesche n.° 1 e 2, all' oggetto di render le stesse completamente visibili; *t* è la soglia sulla quale riposano le saracinesche, quando sono calate ed *l* i correnti con le loro colonne, da cui sono portati gli specchi. Di sotto alla saracinesca n.° 2 si discerne il paio inferiore delle carrucole d' attrito *s s*. Da ambe le parti dello scaricatore è rappresentata una porzione della chiusa a cascata con l' annesso pontile, e con la rastellata; *x x* sono le travi o longoni sorreggenti il pontile al di sopra degli scaricatori.

Fig. 54. Il profilo trasversale della chiusa a cascata, del pontile e della rastellata, ove non cade il bisogno di entrare in ulteriori dettagli.

Fig. 55. Pianta. *h h* è il fondo della prima cavità senza specchio. Davanti ad essa la corrispondente cateratta n.° 1 della fig. 53. Sopra la cavità che sussegue venne ommesso lo specchio affine di renderne visibile il fondo, ed il corrente *l* che lo sostiene. In *k k* si vede la travata costituente la sponda del canale, *m m* è il minore specchio mezzo composto di ferro, ed *i i*, *i i* il grande specchio

di legno, *n n n* una palancata fitta innanzi alla soglia, *x x* sono le incavature per i longoni dei ponti, *s s s s* le carrucole d' attrito.

Fig. 56. La sezione dello scaricatore è già in massima parte rischiarata dalle fig. 53 e 55, o è un appoggio ferreo della leva inserviente all' innalzamento delle saracinesche, *s s s* sono le carrucole per diminuire l' attrito, poste una sopra l' altra, e qui per metà nascoste dalla saracinesca, ed *m* indica come le spranghe di ferro della minor graticola vanno inserite nel rispettivo telaio, *n* la palancata esistente dinanzi alla soglia, ed *u* una seconda palançata fitta tramezzo a due soglie o banchine. La fig. 55 rappresenta in più piccola scala la pianta di un edifizio di questo genere ; *a a* è una comune chiusa a cascata eretta diagonalmente sul fiume, *b b b* sono tre scaricatori fondali muniti anteriormente di specchi e fabbricati nel canale che serve condurre alla sua destinazione l' acqua regurgitata dalla chiusa, e la cavità *d* non corredata di specchio, che è destinata a ricevere i sassi di maggiore calibro. Codesti scaricatori in vista della più vantaggiosa direzione per lo sfogo dell' acqua nel tronco inferiore del fiume, hanno quivi ottenuta una obliqua attitudine, che è le più volte necessaria, perchè in tal guisa sono essi più facili ad evacuarsi, rimanendo però i vani o campi della graticola di figura rettangolare, perchè con ciò addivengono più ampii e più regolari. Le cateratte veggonsi qui coperte da un tetto. *e e e e* denotano le rastellate messe in piede davanti alla chiusa.

§. 52.

Nei fiumi minori ove non sogliono accadere impetuose irruzioni di ghiaccio, possono talvolta edificarsi delle chiuse di semplicissime forme e di assai lieve dispendio, che consistono in sole palificazioni ed in paratoie maneggiabili, vale a dire tali, che puossi levarle, e ricollocarle in opera colle sole mani, e sono singolarmente adoperabili in quei casi, ove si abbia bisogno delle

chiuse per un dato tempo soltanto, o sia per uno scopo meramente transitorio. Veggasi la fig. 48.

Si pianta diagonalmente nel fiume una fila di corti pali, alla distanza di 6 piedi (met. 1,75), da asse ad asse, sulle teste dei quali si affranca una banchina, che non deve soprastare sul letto fluviale, e davanti a questa si conficca una palancata, che può essere qui costrutta nella semplice foggia addotta di sopra al §. 10, sul proposito delle chiuse fondali designate sotto il nome d' alberi d' immersione. In seguito a tale palancata si batte una seconda fila di pali egualmente fra loro distanti, sulle teste dei quali va del pari assicurato un architrave o corrente *c c*, che emerga di 2 piedi (met. 0,58) all' incirca sul massimo pelo dell' acqua. In ogni intervallo di quest' ultima fila si dispone una colonna verticale di legno, il cui piede venga a situarsi in un solco, a tal uopo preparato sul dorso della banchina, e di sopra lateralmente si appoggi nella cavità *e* intagliata nell' architrave ove non viene che leggermente fermata con un chiodo. I vani risultanti tra le colonne si chiudono con semplici paratoie a mano, della forma appunto usitata nelle gore de' molini, e così resta serrata la chiusa. Nei pali vengono saldamente incastrati i sostegni o imposte di legno *d*, sulle quali si adatta un tavolone per poter da esso mettere a sito e rimuovere le paratoie. Nelle escrescenze, e nelle irruzioni del ghiaccio, si possono al caso levare anche le colonne intermedie. Avrò nel seguito occasione di richiamare l' attenzione de' miei leggitori sopra un utilissimo impiego di così fatta maniera di chiuse.

§. 53.

Più durevoli delle chiuse a cateratte di legno, e da anteporsi a queste sotto ogni riguardo, sono le chiuse di sasso. La parte loro di murale struttura ha perfetta rassomiglianza con le testate e pile di un ponte di pietra, il cui piano stradale sia di legname.

Per le pile e testate si conosce sufficiente la grossezza di 4 a 6 piedi (met. 1,16 a 1,75) e la lunghezza da 15 a 20 piedi (met. 4,38 a 5, 84), a norma della velocità e portata del fiume, e della impetuosità con la quale incedono i ghiacci. Le addotte misure sarebbero certamente scarse nei grandi fiumi, ma chi pretenderebbe mai di erigere in questi una chiusa? Le chiuse a cateratte sono soltanto eseguibili nei fiumi di mezzana portata. Nelle acque dei rivi si possono naturalmente prefiggere dimensioni ancora più lievi. Il fianco anteriore delle pile sopracorrente è circolare, e in caso di necessità può andare rivestito con lamiere di ferro. Il fianco posteriore delle medesime, quello cioè sotto corrente, finisce in due archi di cerchio, ogni uno di gradi 60. Esse vengono edificate sopra una palafitta, che occupa l' intera lunghezza della chiusa, ed è innanzi ed a tergo contornata da una parete di sponda o palancata, e una di tali pareti corrisponde pure di sotto alla soglia. Immediatamente dietro al fianco superiore delle pile viene a giacere la soglia di un piede circa più alta della prima banchina o corrente posto sopra la palancata anteriore. Dalla soglia si va inclicando il fondo posteriore della chiusa sino a raggiungere l'infimo pelo d' acqua delle magre, o tutto il più rimane un piede più elevato di questo. Inferiormente si può anche mettere in opera una sassaia limitata da una fila di pali, ovvero un letto di fascine. Le pile e le testate hanno delle scanalature, lungo le quali si muovono le saracinesche, e sopra queste ultime viene posto un pontile che serve al governo della chiusa, e alla manovra delle cateratte. A rendere pienamente chiaro l' esposto servono le figure 50, 51, 52, le quali rappresentano una completa chiusa di pietra. Le saracinesche qui adoperate sono quelle appunto descritte §. 36.

§. 54.

A fine di poter scegliere per una chiusa la più confacente specie di cateratte, è necessario di determinare la forza che si richiede

per aprirla. La pressione esercitata contro una cateratta verticale è eguale al peso d' una colonna fluida, della quale si trova il volume moltiplicando l' area della cateratta per la metà dell' altezza dell' acqua che le sta addossata. L' attrito delle cateratte nei gargami delle pile può assumersi eguale alla terza parte del peso dell' acqua che preme contro la cateratta, e ad un sesto qualora s' impieghino le rotelle di attrito. La forza d' un uomo, con la quale può egli deprimere a piombo un braccio di leva, può mediamente valutarsi di 100 funti. Ora mercè le note leggi di meccanica di cui deggio presupporre la conoscenza ne' miei lettori, si potrà anticipatamente determinare quanti uomini siano necessarii per l' alzamento di una cateratta, e quale dei meccanismi all' uopo inventati a seconda della forza che vi si deve mettere in esercizio, risulti il più idoneo.

§. 55.

Giunto alla fine di questo capitolo devo altresì menzionare due altre non comuni maniere di alzare le cateratte, che assai di rado s' incontrano, ma che per altro possono talvolta essere utilmente impiegate. Si sospendono cioè, per mezzo di catene, grandi e pesanti cateratte ad un robusto asse, in capo al quale è applicata una ruota a piroli. A codesto asse può essere impresso il movimento anche per via d' una ruota idraulica. La chiusa tiene a tale oggetto un recesso, che costituisce il canale della ruota idraulica. Nell' asse di questa, è connesso un grande rocchetto, che ingrana in una superiore ruota dentata infissa nell' asse al quale è appesa la cateratta. Appena è giunta quest' ultima al richiesto segno di alzamento, viene a contatto di una leva a cui sta applicata la piccola paratoia del canale, ove risiede la ruota idraulica, la preme giù, e la ruota si arresta.

II.

Della lunghezza e della direzione delle chiuse.

§. 56.

Per effetto di una chiusa a cascata rimane impiccolita la natural sezione di scarico del fiume, donde nasce in questo un rigurgito, che importa di rendere quanto è possibile innocuo; e a questo fine convien prolungare la chiusa, per ingrandire l' ampiezza della sezione che è ora data al fiume sopra la cresta dell' edifizio, e diminuire nello stesso rapporto l' altezza di esso, al che tien dietro ancora l' abbassamento del rigurgito. A tenore dell' esperienza basta a ciò sempre una lunghezza, che contenga una volta e mezzo, o al più due volte la normale ampiezza dell' alveo. Si acquista per tal lunghezza lo spazio, parte piantando la chiusa in una località più ampla del fiume, parte conducendola obliquamente attraverso il medesimo, d' ordinario poi mediante il combinato impiego di ambidue questi modi.

§. 57.

La direzione poi non è in modo alcuno arbitraria. Comunemente si veggono le chiuse condotte sul fiume in linea retta continua, che attraversa l' alveo con andamento obliquo. Ma quasi sempre si ravvisano anche le conseguenze di questa non molto confacente direzione nella sponda inferiore, che giace dirimpetto alla chiusa. L' acqua cioè che piomba sopra la chiusa, scorrendo innanzi in direzione normale alla medesima, va a battere direttamente contro l' opposta sponda, la quale d' ordinario resta perciò intaccata, e ridotta allo stato di froldo. Quindi s' incontra presso tutte queste chiuse una corrosione nelle sponde, di cui ci offre un esempio la fig. 47. *A* in *a b c*, quando non sia stata antivenuta

per mezzo di lavori frontali, ovvero quando la natura non v'abbia posto riparo con una indestruttibile sponda. Con dritto adunque cotesta direzione, comunque accada d' incontrarla frequentemente, puossi considerare come difettosa, i rari casi eccettuati, quando la sponda opposta è di natura abbastanza tenace che non possa venire corrosa, ovvero quando particolari condizioni locali non permettono verun' altra direzione. Allora poi si vuol fortificare la sponda contro le corrosioni in una maniera che valga a rendere inani le cause tendenti a produrle.

§. 58.

È dunque necessario di procurare alle chiuse l' occorrente lunghezza per mezzo di una direzione, la quale, a motivo dell' acqua che sopra di esse trascorre, riescir non possa di alcun pregiudizio alle sponde. Il mezzo più ovvio a tal fine sembra pertanto essere quello d' impostare la chiusa normalmente all' asse del fiume, e in una situazione che perciò offra sufficiente larghezza. Per altro il mantenimento di una tanto ragguardevole ampiezza del fiume, quand' anche si voglia prescindere, che rare volte accade di trovarla nelle località, ove sorge il bisogno di edificare una chiusa, e che meno ancora si può e lice produrvela con l' arte, arrecherebbe altri considerabili danni, che sono stati finora bastantemente dichiarati le quante volte è accaduto di menzionare la larghezza normale. Siffatta direzione delle chiuse non può quindi andare prescelta che dove le alte ripe superiori ammettono l' innocuità di un rigurgito maggiore, e dove non è punto necessario di protrarre la chiusa oltre la normale ampiezza del fiume. In tali circostanze, non solamente è conceduto di assegnare alla chiusa una direzione normale sul fiume, ma anzi, per causa della minore spesa, è ben confacente di darle la prelazione in competenza d' ogni altra.

§. 59.

Nelle situazioni ov' è inevitabile un prolungamento della chiusa non si hanno altri mezzi per togliere a questo la facoltà di nuocere alla sponda, che di condurre la chiusa o sopra due linee rette, che superiormente concorrono ad angolo nel bel mezzo dell' alveo, come nella fig. 47 *B*, ovvero sopra tre linee concorrenti ad angoli ottusi, come nella fig. 47 *C*, o finalmente sulla traccia di un arco, come vedesi in *D*, fig. 47. In tal guisa l' acqua cadente viene diretta verso il mezzo del fiume lungi dalle sponde. Del resto facilmente si scorge che la pianta arcuata va preferibilmente e unicamente adottata per le chiuse di pietra, poichè in quelle di legname così configurate i correnti longitudinali dovrebbero essere in troppi punti, e con discapito della solidità dell' edificio stesso interrotti, e che in conseguenza, per le chiuse di legno non può essere con vantaggio impiegata, salvo che la direzione rettilinea angolare o spezzata.

§. 60.

Per conservare a valle di una chiusa a cascata il filone del fiume più dappresso al suo mezzo, viene in acconcio di tenere la sommità dell' edificio un mezzo piede (met. 0,15) circa più depressa nel centro, affinchè nelle piene vada ivi a piombare la maggior massa dell' acque. Così per appunto la chiusa da ambe l' estremità nella lunghezza di 2 o 3 klafter (met. 3,50 o 5,25), può essere costituita alquanto più alta, all' uopo di allontanare ancor più dalle sponde l' arrovesciantesi colonna d' acqua. Tale espediente è affatto raccomandabile per quelle chiuse che vengono condotte a sghembo sul fiume secondo una linea retta non interrotta punto, ma per altro nel solo estremo superiore delle medesime (in *a* fig. 47, *A*).

§. 61.

Si usa talvolta costruire delle chiuse a cascata, le quali non si estendono su tutta la larghezza del fiume, e conseguentemente non vanno a raggiungere la contropposta sponda. Queste possono considerarsi quai ripari di diversione pei canali de' molini, a pro dei quali regurgitano l' acqua e la dirigono ad essi. Atteso che lasciano una porzione del fiume libera ed aperta, hanno esse sotto questo riguardo per la navigazione qualche preminenza in confronto delle chiuse che attraversano l' intero fiume, ma nello stesso tempo vanno accompagnate da tanti discapiti, che non sono meritevoli di alcuna raccomandazione.

Queste chiuse abbisognano di una notevole lunghezza, giacchè allo scopo che possano convogliare una sufficiente colonna d' acque al canale diversivo, e produrre una sufficiente caduta, debbono essere protratte molto all' insù, e per ciò appunto richieggono un dispendio di gran lunga maggiore, tanto per la loro prima costruzione, come per la loro susseguente manutenzione, in confronto di qualche altra chiusa delle solite forme. Con tutto ciò la durata del loro effetto è soggetta a molte incertezze. Il fiume serrato in un più angusto spazio nel capo superiore della chiusa può assai facilmente indurre a slamarsi la opposta sponda, e scavare un gorgo d' insigne profondità vicino alla chiusa, nello spazio che gli è rimasto libero. Il rigurgito sparisce allora in buona parte, la chiusa non produce più il pieno effetto di un riparo di diversione, ma quello piuttosto di un riparo di presa, il canal diversivo e lo spazio tra l' incile e la chiusa si colmano di arene, onde necessarii addivengono o una dispendiosa espurgazione troppo di sovente ripetuta, ovvero nuovi radicali lavori, affine di circoscrivere alle competenti misure il corso del fiume innanzi alla fronte della chiusa, ed impedire ed allontanare il suo approfondamento.

§. 62.

Non sono mai soverchie le cautele innanzi di permettere la erezione di una simile chiusa. Si deve dapprima fabbricarla di mezzana lunghezza, e così la massima parte dell' ampiezza del fiume rimane aperta alla navigazione, la quale o poco o nessun incomodo risente, ed il molino va bene. Ma ben presto l' alveo s' interrisce davanti all' incile del diversivo, e l' afflusso dell' acqua a quella volta si va minorando. Il molinaio trovando più vantaggioso, in cambio di escavare, di prolungare la chiusa; l' ampiezza della ancor libera porzione del fiume resta con ciò diminuita, e la chiusa comincia a farsi incomoda alla navigazione. Il vantaggio di cotale prolungamento non dura poi a lungo ; si presentano gli stessi effetti e la ripetuta prolungazione della chiusa, lo spazio navigabile diventa ognora più angusto, l' acqua per esso velocissima, e più difficoltoso il tragitto ; ne sorgono fondate querele dalla parte dei naviganti, e contestazioni, il termine delle quali non è dato di prevedere, nel mentre che un molino per lo più mediocre o ben anco cattivo si lascia sussistere a fronte delle malagevolezze che ne provengono alla navigazione. Quanto si è detto in questo paragrafo non è che la storia di due chiuse e molini, per la cui rimozione l' autore ebbe a durare lunga, ma inane fatica.

§. 63.

Tutte le difficoltà che vanno indivise dalle chiuse a cascata si evitano per ministero delle chiuse a cateratte. Potendo queste restare aperte al fiume, dal che il rigurgito da esse operato durante l' afflusso delle piene è reso quasi totalmente insensibile, non hanno guari bisogno di una lunghezza che sorpassi gran fatto la normal larghezza del fiume, e possono sempre esservi piantate normalmente dall' una all' altra sponda. E se particolari condizioni locali inducessero talvolta a stabilire simili chiuse in direzione

obliqua rispetto alle sponde, si può sempre tenere la direzione delle loro aperture parallela al filone, e così le sponde rimangono libere da ogni pericolo di assalto del fiume, contro di esse diretto.

§. 64.

Il più comunemente s' incontrano queste cateratte o scaricatori in unione alle chiuse di cascata, o perchè in origine fabbricati con esse, o perchè vi furono aggregati soltanto in appresso affine di migliorarle, e di sminuire o scansare nelle piene i dannosi rigurgiti che soleano produrre, e ciò dietro demolizione di una lor parte, e successivo rimpiazzo della medesima, con una chiusa ammovibile, munita o di una o di parecchie aperture. In tal caso, quando nelle piccole chiuse basta una sola apertura, si deve farla ampia in guisa, che risulti eguale alla terza parte almeno della normal larghezza del fiume, e nelle grandi chiuse debbonsi applicare tante aperture, che la loro complessiva larghezza sia parimenti il terzo almeno dell' addotta normale misura. Non è guari possibile, senza istituire previamente un circostanziato e diligente calcolo, di determinare con esattezza le misure a quest' uopo più confacenti, e di pronosticare con piena certezza sull' esito della mutazione, e del miglioramento da imprendersi. Mentre la determinazione della lunghezza ed altezza della chiusa a cascata da erigersi, o l' effetto di una che già esiste, la copia dell' acqua che il fiume vi traduce, la velocità con la quale perviene al piede della chiusa, la larghezza e l' inclinazione del fiume a monte e a valle di essa, queste ed altre sono quantità che debbono essere prese a calcolo insieme, e che lo rendono abbastanza complicato. Siccome ad un buon numero di quelli, pei quali è destinato questo libro, troppo particolarizzate sarebbero tali ricerche, perciò qui posso rimandare coloro, che avessero desiderio di rendersene istrutti, e che possedessero le necessarie cognizioni teoriche, al capitolo ottavo della seconda parte del Manuale di Meccanica e

Idraulica di Eitelwein, opera che non può essere mai abbastanza raccomandata a quelli che vogliono rendersi familiari le scienze matematiche, ausiliarie dell' architettura.

§. 65.

Meno intricata e meno difficile risulta la fissazione della lunghezza di una perfetta chiusa a cateratte e della collettiva larghezza de' suoi vani, atteso che, appena son questi totalmente riaperti, la velocità del fiume non risente per essi alcuna notabile alterazione, quando per altro, la soglia delle aperture di poco solamente soprasti alla media altezza dell' alveo, il che si verifica quasi sempre, e convien pur si verifichi in ogni caso. Quando poi il piano della soglia è notabilmente più alto, la chiusa a cateratte aperte agisce nella guisa stessa di una chiusa fondale, ove il limitare delle aperture o luci può essere considerato, per la cresta, e la lunghezza ne è costituita dalla complessiva ampiezza delle luci medesime.

§. 66.

Da quanto si è detto finora intorno alle chiuse di cascata e alle chiuse con cateratte si potrà di leggieri convincersi come nella maggior parte dei casi siano quest' ultime da preferirsi alle prime. Anche la spesa della loro costruzione di rado è più grande, talvolta anzi è minore di quella delle chiuse a cascata, poichè queste, eccettuato il rarissimo caso in cui sia dato piantarle in direzione normale al corso del fiume, esigono sempre una lunghezza considerabilmente maggiore. Oltre ciò una chiusa a cateratte, solidamente fabbricata va soggetta in minor grado a' deperimenti, e per tal causa appunto più facile e più economica ne torna la manutenzione. Colà soltanto ove accadono impetuosissime irruzioni glaciali, le chiuse a cascata riescono per il fatto più resistenti; in tal caso però le chiuse a cateratte da accoppiarsi ad ogni buon

fine con quelle, vanno possibilmente applicate in un punto, ove si trovino il meno esposte agli assalimenti del ghiaccio.

§. 67.

Le chiuse sono edificii troppo importanti, e troppa influenza esercitano sulla prosperità della Stato, perchè non abbiano da essere un oggetto di cura e di sollecitudine per ogni savio e provvidente Governo. In ispecialità sol di rado dovrebbesi permettere l' erezione di una chiusa a cascata senza che venga in pari tempo collegata a un sistema di cateratte, e promuovere e spalleggiare in tutte le maniere possibili la migliorazione delle esistenti chiuse a cascata mediante accoppiamento di cateratte o sfogatori nel fondo, sottoporre il convenevol uso di questi ad una sufficiente vigilanza, e segnatamente allontanarvi o rendervi innocua almeno l' influenza dei mugnai, che tanto volontieri cercano d' impedire l' opportuno aprimento delle cateratte, o almeno di limitarlo. Qui mi riporto inoltre a quanto sullo stesso argomento ho già riferito nell' ottava sezione di quest' opera (§. 57).

III.

Delle roste da legname.

§. 68.

Ne' grandi boschi, particolarmente nelle regioni montane, si suole d' ordinario servirsi dei rivi per convogliare a galla il legname ridotto in pezzi, ed anche il più grosso, e lo stesso legname da fabbrica, mentre viene gettato nell' acqua, e da essa quindi trasportato. Non sempre però hanno i rivi la copia d' acqua che basta perchè siano a tale ufficio adoperabili senza bisogno di altro arteficiale soccorso. Si fa quindi nascere in essi in qualche luogo adattato un rigurgito onde accumulare la bastevole massa di

acqua, e poi, lasciandole nuovamente libero il corso, produrre con tal mezzo per lo spazio di alcune ore un rivo abbastanza vigoroso e capace di portare in collo le cataste di legname. Anzi nelle anguste valli o strette gole de' monti, per le quali non passa verun corso di acqua, si può attuare per breve tempo, allo scopo di asportare il legname, un rivo artificiale bastevolmente grosso, congregando le acque di sorgente e le pluviali in un piccolo stagno, quantunque l' aiuto, che si può da questo mezzo aspettarsi, non sia sempre puntuale e sicuro. Gli edificii, che a tal uopo si erigono, vengono denominati *roste d' impulsione*, o semplicemente *roste*. Essendo essi una specie di chiuse che fanno ringolfare le acque, sembrami che in questa sezione possono unicamente trovare un posto adattato.

§. 69.

Tali roste consistono in un edificio di legname, di pietra, e in parte anche di semplice terra, piantato attraverso di qualche angusta valle, o gola di monte, che giugne all' altezza sino a cui deve essere rigurgitata l' acqua che si vuol adunare, e che inoltre è munito di paratoie o porte, le quali, quando vengono aperte, lasciano scorrere l' acqua rigurgitata alla guisa di rivo abbastanza energico per produrre il divisato effetto. Lo spazio che va l' acqua ad occupare di dietro all' edificio della rosta chiamasi per appunto il *bacino della rosta*.

§. 70.

La buona costruzione d' una chiusa di questo genere dipende onninamente dalla idonea scelta del luogo, in cui va ad essere impiantata. A tal fine si deve sempre scegliere possibilmente la parte più ristretta della valle, onde non incorrere nella necessità di dare all' edificio una grande estensione. Il bacino della rosta vuol essere ampio abbastanza per contenere una sufficiente quantità

di fluido, e si deve poter contare sopra una copiosa affluenza dello stesso, affinchè non si abbia bisogno di troppo lungo tempo per l' empimento del bacino. Convien essere ben attenti circa la natura del fondo sul quale si erige la chiusa, poichè il suolo delle valli nelle situazioni montane è ordinariamente composto di un alto ammasso di ciotti e di ghiaie discese a galla dell'acqua, e rotolate dalle adiacenti falde de' monti, che lasciano penetrare l' acqua, e quando non sia questa cresciuta per tempi piovosi, o per improvviso squagliamento di nevi e di ghiaccio, scorre per quel fondo in buona parte nascosta, e senza punto manifestarsi alla sua superficie. Sopra un fondo di questa natura è difficile il fare una chiusa che possa contenere dell' acqua, mentre va questa a perdersi occultamente sotto i fondamenti di essa. Veramente anche in tale circostanza è dato quasi sempre di cogliere lo scopo mediante qualche lavoro fondale, come appunto viene suggerito nel paragrafo che segue. Ma è ben facile a scorgersi che una rosta con siffatto ripiego deve diventare di gran lunga più costosa, e talvolta anzi costosissima.

§. 71.

Ove la qualità del fondo permette il conficcamento delle palancate, la fondazione di queste roste non è punto diversa da quella delle ordinarie chiuse a cateratte. Ma per solito accade in tali situazioni che le grosse ghiaie, attraverso le quali debbono penetrare le palanche, non concedano un esatto affondamento delle stesse, essendo per tal cagione durante la battitura continuamente sviate dalla direzione ad esse assegnata, e perciò in nessun punto vengono a combaciarsi esattamente una a fianco dell' altra. Fortunatamente ogni valle, che trovasi coperta di ciotti voluminosi, è dotata pure di un considerabile pendio, mentre è assolutamente necessaria la esistenza di questo, perchè l' acqua possa avere sufficiente caduta e vigore di asportarvi quelle grosse materie.

Perciò diviene possibile di escavare il fondamento della rosta quanto basso si vuole, conducendo all' ingiù nella valle un fosso abbastanza profondo, e sino a quel punto che occorre per tenere sgombre dall' acqua le fosse o trincee della fabbrica. Si piantano allora le fondazioni della chiusa sino alla profondità che occorre a renderle talmente fitte, che l' acqua non vi si possa insinuare, e si porta allora l' edificio dall' ima sino alla superficie esterna della valle, donde poi viene proseguito e completato con le sue paratoie o porte sino all' occorrevole altezza.

§. 72.

Il corpo di una rosta consiste in due pareti parallele, composte di travi orizzontali giacenti una sull' altra, le quali racchiudono degli spazii che sogliono riempirsi di ghiaie fluviali o di sassi. Per collegare insieme queste due pareti vengono per traverso condotte delle pareti intermedie di una identica struttura. Tutte queste pareti vogliono essere accuratamente eseguite affinchè le loro commessure lascino trapelare la minor possibile quantità d' acqua. Oltrecciò vanno diligentemente rabboccate con pasta di fango, operazione che quasi ogni anno convien che sia rinnovata. La fig. 62, nel mentre ci esibisce un modello di siffatta struttura, rende pure superflua una più minuta descrizione della medesima.

§. 73.

Le roste di pietra sono dighe murate, nelle quali almeno la fronte rivolta al bacino dell' acqua, e le faccie laterali, e i volti superiori alle luci debbono essere eseguiti con pietre da taglio, e unite con buon cemento di malta. In generale poi si deve mettere ogni diligenza nell' eseguimento di tutto l' edificio murale. La maniera di rendere impermeabili all' acqua i muri formati di

grossi quadri di sasso, coll' incidere nei singoli pezzi un canaletto, che va poscia ricolmato di malta, è descritta nella prossima sezione, e per intanto può esserne anche qui raccomandata l' applicazione.

§. 74.

La grossezza del corpo della rosta deve essere proporzionata alla pressione dell' acqua che le sta innanzi addossata. Ho già di sopra insegnato come si trovi il peso di una colonna fluida a ridosso di un piano verticale. È sempre convenevole di dare alla parte anteriore della chiusa un peso tre volte maggiore di quello dell' acqua che vi agisce sopra.

§. 75.

La forza con la quale le roste di legname o di sasso oppor debbono resistenza alla pressione del fluido, può essere altresì aumentata dando alle prime una direzione atteggiata ad angolo ottuso verso il bacino, per via di che le due coscie loro tengono fronte alla spinta laterale dell' acqua nella guisa di due calzatoie che si porgono scambievole appoggio, e conformando le roste murali nello stesso sonso ad arco, onde impartir loro la resistenza di un volto.

§. 76.

Allorchè la rosta va ad essere fabbricata in un' ampia valle, e il rigurgito da essa prodotto non può salire che ad una discreta altezza, come suole sempre avverarsi nell' assunta condizione locale, si può conseguire il divisato intento mediante un argine di terra, limitando la struttura di sasso o di legno ai soli immediati contorni delle aperture della chiusa. Cotesta men dispendiosa costruzione è segnatamente applicabile quando si approfitta della presenza di un lago naturale inducendolo a fare le veci del bacino

di rosta, poichè nelle suespresse circostanze un rigurgito al più di due piedi (met. 0,58), aperte che siano le porte, somministra una quantità d' acqua bastante per tutto il tempo che si richiede a convogliare innanzi il legname. In quanto alla solidità e alla costruzione di simili argini sono applicabili le regole all' uopo insegnate nella sezione delle arginature.

§. 77.

Le roste possono venire aperte in due diverse maniere; o con saracinesche levatoie dietro alcuno dei sistemi che sono stati descritti in questa sezione, ovvero per mezzo di porte, le quali, appena è rimossa una sbarra o leva, che le tiene chiuse, sono dalla pressione dell' acqua improvvisamente spalancate o piuttosto lanciate all' indietro. Nelle roste, presso le quali il rigurgito dell' acqua non sale a una considerabile altezza, donde nascerebbe una pressione talmente forte a ridosso di una cateratta levatoia, da rendere necessario l' impiego di molta forza per l' innalzamento di essa, ponno essere ben applicate le paratoie. Queste poi sono necessarie allorchè il bacino della chiusa è vasto in modo, che non sempre accada di doverlo vuotare per intero, ovvero quando si rende importante di frapporre qualche interruzione nell' efflusso dell' acqua dal medesimo, atteso che le porte non ponno essere di bel nuovo serrate, se prima l' acqua non siasi totalmente scaricata. Anche nei rivi che notabilmente si gonfiano o ne' laghi di cui si trae profitto nella qualità di bacini da rosta sono necessarie le roste con cateratte levatoie, o propriamente le chiuse a cateratte. Quando invece davanti all' apertura della rosta ristagna l' acqua all' altezza di 8 a 10 piedi (met. 2,55 a 2,92), e anche più, ovvero quando ad ogni aprimento della rosta fa di bisogno tutta la massa fluida da essa radunata, allora sono confacenti, e benanco necessarie le porte, che di repente si aprono.

§. 78.

La grandezza delle luci allorchè vengono munite di paratoie, non dipende solamente dalla quantità dell' acqua che si deve lasciar passare dalle medesime per il trasporto del legname, ma eziandio, ove siano fabbricate in rivi permanenti, dalla portata di questi, per la quale le suddette luci debbono ad ogni tempo, in conseguenza anche per il tempo di piena, offrire l' occorrevole spazio, affinchè per deficienza di esso non venga cagionato qualche impadulimento, ovvero qualche inondazione. Hanno qui luogo tutte le avvertenze e regole, che vogliono essere osservate nella erezione di chiuse a cateratte, dove poi si giunge sempre a tenere in proprio potere il quantitativo d' acqua, che durante l' asporto bisogna erogare dal bacino della rosta, atteso che per mezzo delle paratoie si può in ogni tempo, e precisamente a norma dal bisogno, regolare la grandezza delle aperture, per le quali appunto deve aver luogo lo scarico. Nelle roste che sono armate di porte, nelle minori di queste si lasciano dei vani da 6 a 10 piedi quadrati (met. qu. 1,75 a 3,00); le porte poi, che chiudono un bacino molto vasto, e da cui esser deve in pari tempo smaltita una massa più copiosa di acqua, possono avere la superficie di 12 piedi quadrati (met. qu. 3,50). Ove questa riesca insufficiente, si applicano due porte. In generale poi, l' ampiezza del bacino, la quantità dell' acqua che vi affluisce, il pendio e la larghezza del canale, per cui scorre l' acqua della rosta, e la massa del legname che in una volta vi deve flottare, danno motivo a tante modificazioni nel quantitativo dell' acqua, che si deve o si può lasciar trapassare per la rosta, attalchè diviene impossibile di stabilire una regola che valga generalmente circa la determinazione della grandezza nelle aperture di rosta.

§. 79.

L' aprimento e la chiusura delle porte si effettua col seguente artifizio. La imposta è da un lato ritenuta dai perni *c* (fig. 65), nei quali e intorno ai quali si muove, e dall' altro, quando è chiusa, mediante la colonna girevole *m n*, munita anch' essa di simili perni. Questi perni sono intagliati nel ritto cardinale che forma uno dei fianchi della porta, e in quella colonna mobile, e si aggirano entro robusti anelli di ferro, che sono sopra e sotto solidamente affrancati nel vivo della chiusa, ovvero inferiormente in un buco appositamente incavato nella soglia. I perni della colonna mobile si trovano di 1 police e mezzo (met. 0,036) circa fuori dell' asse di essa come nella fig. 65, che rappresenta la proiezione orizzontale della porta, vedesi indicato con la punteggiata appresso *m*. La parte sporgente da questa linea, allorchè la colonna è situata in modo, che il braccio lungo 1 piede e mezzo circa (met. 0,44) ad essa fermato si trovi perpendicolare al piano della porta, si avanza oltre lo spigolo di questa, e le impedisce di aprirsi, finchè il braccio *a* vien tenuto al suo posto mediante la leva *c*. Aggirandosi la colonna in guisa che il suo lato minore *n* venga a mettersi nel luogo del più ampio *m*, perde la porta il punto di appoggio, per cui è tenuta chiusa, e in virtù di cui essa resiste al peso della massa fluida, che le sta innanzi addossata, e da questo appunto viene rapidamente aperta o piuttosto lanciata all' indietro. Il volgimento della colonna si effettua, col portare indietro la leva *e' e*, fig. 64, ed *e* fig. 65, la quale inferiormente si muove intorno al pernio di ferro *e'*, e sino a che rimane nell' atteggiamento in ambe le figure indicato dietro al braccio *a* della colonna volubile, trattiene il moto di questa, ma tosto che viene rimossa secondo la direzione *e f*, sotto di questo braccio, permette allo stesso di ritrarsi indietro nell' incavo *d* del muro laterale, e conseguentemente permette altresì alla colonna di aggirarsi ; e allora la porta

va ad essere improvvisamente e rapidamente spalancata in forza della semplice pressione dell' acqua.

§. 80.

Si hanno ben anco delle porte, le quali apronsi da sè, appena che il bacino siasi colmato di acqua sino all' orlo superiore della chiusa. La leva *e' e* trovasi cioè applicata in modo, che mediante un movimento verticale diretto all' ingiù lascia libero il braccio *a* della colonna volubile. Cotesto moto viene prodotto da un peso consistente in una cassetta d' acqua, che vuota si appende all' estremità della leva. Appena l' acqua giugne alla sommità della rosta, per mezzo di una doccia ivi collocata, comincia a fluire nella cassetta, la quale nel mentre che viene riempita, consegue il peso, che occorre per deprimere la leva, e per aprire la rosta.

§. 81.

Trovo qui di proporre un' altra struttura di roste che sarebbe più durevole di quelle di legno, e che, oltre alla durata delle altre di sasso, avrebbe eziandio in lor confronto il vantaggio di riuscire più economiche, e di una più facile esecuzione. Esse consistono in varie pile di pietra grosse da 4 fino a 6 piedi (met. 1,16 a 1,75), le quali poste alla vicendevole distanza di 12 a 15 piedi (met. 3,50 a 4,38), lasciano degl' intervalli, che vengono poi chiusi con pareti di travi squadrate. La fig. 63 *A* e *B* esibisce l' alzato e la pianta di cotale struttura. Fra le due pile di mezzo è applicata la porta della rosta, o la paratoia, e a tale oggetto sono le pile stesse disposte alla distanza occorrevole per l' ampiezza del vano. Lo spazio che sovrasta alla porta è chiuso qui pure da una travata. Nelle ordinarie roste murali trovasi

questa fronte ricoperta da un volto; però, ove per un qualche accidente si manifestino degli sconcerti nel meccanismo istituito per le manovre della porta in una chiusa massiccia, e in tal modo coperta, sogliono i rimedii essere sempre pericolosi, atteso che non ponno venire applicati senza portarsi sotto all' arcata, dove si andrebbe irremissibilmente perduti, qualora avvenisse che la porta inopinatamente si spalancasse. Sarebbe dunque senza contrasto preferibile una travata al di sopra della porta in confronto di un muro a volto, anche nelle comuni roste di sasso. Se le fondazioni di una rosta, per la ragione addotta al §. 70, dovessero andare spinte a una qualche profondità, le difficolta e le spese verrebbero colla proposta struttura di gran lunga diminuite, poiche in tal caso il bisogno della maggiore altezza rimarrebbe circoscritto alle sole pile e travate anzichè a tutta l' area occupata dall' edificio. Gli spazii intermedii sino al piano del fondo del bacino resterebbono sempre nella loro condizione ghiarosa, e la solo platea dell' apertura che deve trovarsi a livello del fondo stesso, potrebbe andare impostata sopra due pareti di palanche verticali, conficcate appunto sotto i due margini esteriori di essa.

§. 82.

Non di rado una rosta viene danneggiata, e persino anche distrutta, quando una rapida colonna d' acqua pregna di grosse e copiose materie, talvolta pure un dirotto acquazzone, le capita addosso all' improvviso, e ne trova serrata la porta, poichè in tal caso è costretta l' acqua di rovesciarsi tutta e inondare la sommità dell' edificio. Tale sinistro suole assai facilmente aver luogo in quelle roste, che giacciono in qualche fondo fra monti, lungi dalle abitazioni degli uomini, e lungi in conseguenza dalla competente guardia di vigilanza. Le roste costruite secondo il metodo da me or ora proposto, salvo il tempo in cui succede la flottazione del

legname, consentono la rimozione delle travate o almeno di una buona parte di esse, con che offrono anche il vantaggio di poterle custodire all' asciutto in un vicino casotto, il quale presso le grandi chiuse anche indipendentemente da questo riguardo viene per solito fabbricato, onde darvi ricovero alla gente, che travaglia intorno ai convogli di legname. Con siffatta cautela, qualunque improvvisa straordinaria affluenza di acque vi troverebbe ognora un libero e innocuo passaggio.

SEZIONE DECIMA

DEI FIUMI NAVIGABILI

§. 1.

Troppo finora si è trascurato di rendere navigabili i fiumi minori, in quelle contrade istesse, nelle quali sin qui spesa alcuna non parve mai troppo grande allo scopo di aprire comode vie di acqua, ovunque si giudicavano essere necessarie o giovevoli. Ma vi fu quasi sempre anteposta la costruzione dei molto costosi canali, e vennero all' incontro negletti bellissimi fiumicelli, i quali con sola poca parte delle somme che hanno quelli richieste avrebbero assicurata una comunicazione talvolta anche più comoda, e a cui la natura stessa pareva dare l' invito. Questo fu il caso specialmente in Inghilterra ed in Francia. Ma finalmente colà pure s' incomincia a conoscere che non di rado si ha con ingente spesa costruito un canale, quando forse con la quarta parte della medesima si avrebbe fatto navigabile un fiume di pari lunghezza, e si avrebbe così potuto raccogliere uno scopo niente meno importante; e s' incomincia finalmente in quegli Stati ad accordare ai fiumi non peranco navigabili l' attenzione e la cura di cui sono senza controversia meritevoli.

§. 2.

È prima necessario che si spieghino le prerogative inerenti all' impresa di rendere navigabili i fiumi in confronto della co-

struzione dei canali, qualora dalle condizioni locali venga acconsentita la libera eletta fra l' uno e l' altro di questi partiti. Esse consistono in maggiore risparmio delle private proprietà, nel minor turbamento della anche fuor di questo importante utilizzazione dell' acqua, nel dispendio molto più lieve tanto per la costruzione, come per il mantenimento della via d' acqua con siffatto mezzo prodotta, e la quale inoltre offre spessissimo alla navigazione un tragitto più vantaggioso e ancora più comodo.

§. 3.

Lo spazio di che ha bisogno un canale, e che dev' essere per esso coperto dell' acqua, resta sottratto all' agricoltura. Tale scapito invero apparisce d' ordinario affatto inconcludente, qualora lo si metta a paragone degli utili che possono da un canale ricavarsi, ma tanto più rilevanti sono gli svantaggi che sogliono troppo spesso accompagnare il mutato avviamento dell' acqua, che si destina ad alimentare il canale. Per formare la nuova strada acquea è d' uopo impiegare sorgenti e piccole vene d' acqua, delle quali si fa uso per la irrigazione de' prati, e per il movimento di molini, e la mancanza delle quali va ad essere quindi gravemente sentita, e qualche tratto di terreno attraverso cui dev' essere condotto il canale ad un' altezza che metta impedimento allo scolo dell' acque verso l' opposta parte di esso, diventa paludoso, e se non del tutto infruttifero, diminuisce per altro nel prezzo e nel reddito. La somma di danaro che si ricerca per la costruzione di un canale sorpassa comunemente di gran lunga quella che occorre per ridurre navigabile un fiume. Oltre che il canale vuol essere prima di tutto escavato, c' è ordinariamente il bisogno di erigere sopra cavità e depressioni degli argini e dei ponti ancora, che hanno per offizio di portare il canale sul loro dorso; che vengano ribassate alture, monti per traverso tagliati,

e costosi edificii e chiaviche di vario genere fabbricate. Tutti questi manufatti esigono inoltre riflessibili spese di manutenzione, le quali vengono singolarmente aumentate dalla frequente espurgazione del canale, atteso che nelle sue tranquille acque ha sempre luogo il sedimento delle torbide, e cresce numeroso stuolo di piante acquatiche, per cui il canale verrebbe mano mano a interrirsi del tutto, se di quando in quando non si accorresse a rimuovere le ammassatevi materie. Durante questo travaglio rimane sempre naturalmente interrotta anche la navigazione. Molti credono che il tiro delle barche in un canale abbisogni di minor forza di quella che occorre in un fiume di lento corso, per la ragione del tragitto ad acqua stagnante. Questo per altro non è sempre il caso, poichè là appunto dove la barca si muove, l' acqua del canale non è in modo alcuno stagnante. Nell' atto che il naviglio cammina, l' acqua viene dalla prora di esso rigurgitata, e gli scorre all' indietro radendo i suoi fianchi. Il naviglio incontra per ciò appunto eguale resistenza, come se dovesse viaggiare a ritroso della corrente in un fiume dotato di quella velocità con cui l' acqua del canale scorre indietro strisciando lungo i bordi di esso. Siffatto ostacolo diviene tanto più grande quanto più è ristretto il canale, e solo per via di un' ampia sezione, che non gli può essere conferita senza enorme spesa e senza movere incontro a difficoltà insuperabili, potrebbe tale ostacolo venire impiccolito a segno da ridurlo insensibile.

§. 4.

Le cose sono ben diverse allorchè si tratta di rendere navigabile un fiume. Lo spazio per il transito di già vi esiste, e si ha bisogno al più di qualche appezzamento di terreno per condurre qua e là il fiume in dirittura, e per i corti canali muniti di chiaviche da cui vogliono essere lateralmente circuite le chiuse, o

preesistenti, o da mettersi in opera antecipatamente. Limitando il fiume alla sua normale larghezza, locchè in molti luoghi è sempre necessario, si perviene anzi a guadagnare del terreno a pro dell' agricoltura. I molini possono per lo più restare ai loro posti, anzi là dove il fiume non ha bisogno che di essere affondato, oppure ringolfato, affinchè venga a scemare di velocità, si possono istituire nuovi molini, quando invece nell' apertura di canali si devono allontanare quelli che già esistessero. Alcuna sorgente, alcun propinquo rivo non viene a tal fine adoperato, ovvero divertito dalla sua utile destinazione, e nessun fondo danneggiato o ridotto alla trista condizion di palude ; anzi piuttosto lo scolo di alcuni terreni viene in tale incontro attivato, o per lo meno agevolato o reso possibile. La spesa si limita, nel maggior numero dei casi, alla fabbrica delle chiaviche onde sormontare le chiuse, e alla ciscoscrizione del fiume alla sua normale larghezza, la quale per solito anche indipendentemente dai riguardi della navigazione, è se non necessaria, certo almeno giovevole. Una frequente espurgazione dell' alveo non è mai, o soltanto di rado necessaria, e le poche volte che se ne manifesta il bisogno, non accade di doverla intraprendere, salvochè in parziali località, e quale conseguenza di accidenti che sogliono raramente presentarsi ; mentre un fiume regolato non interrisce mai il proprio letto, e quando per qualche fortuito caso ciò avvenga qua e là saltuariamente, torna per solito a escavarsi da sè. Il tiro delle barche a ritroso della corrente in un fiume non sempre richiede un impulso maggiore di quello che si mette in esercizio sulle acque dei canali, mentre gli stessi più piccoli fiumi, che non possono ancora esser fatti navigabili sono ordinariamente più larghi di quello che si soglia o si possa escavare un canale, ed è appunto per questo il rigurgito prodotto dalla barca, e lo scorrimento retrogrado aderente ai bordi di essa più dolce che in un canale, e spesse volte insensibile.

§. 5.

Qualora si bilancino maturamente i discapiti e vantaggi testè menzionati, si verrà di leggieri a convincersi essere senza confronto più utile di rendere navigabili i fiumi, anzi che di aprire canali, ed essere questi ultimi da raccomandare soltanto per quelle località, nelle quali una vantaggiosa strada d' acqua non può diversamente che per loro mezzo andare attivata. Dopo questo, a mio parare, non inutile esordio, passiamo allo scopo immediato della presente sezione.

I.

Della navigabilità dei fiumi in generale.

§. 6.

L' arte di rendere navigabile un fiume consiste nell' allontanamento di tutte le cagioni che fanno su di esso impossibile la navigazione.

§. 7.

La navigazione di un fiume viene impedita :

1.° dalla mancanza di sufficiente profondità ;

2.° dalla troppo grande velocità;

3.° da singoli impedimenti di vario genere che esistono o nel letto del fiume, ovvero alle sponde di esso, prodotti in parte dalla natura, in parte dagli uomini, e che imbarazzano o il transito delle barche, o le vie d' attiraglio.

§. 8.

I mezzi di rendere atto alla navigazione un fiume non per anco navigabile sono i seguenti :

1.° approfondamento dell' alveo spinto al segno che occorre perchè vi possano pescare le barche della capacità corrispondente alla portata e alla normale profondità del fiume, e che talvolta può essere anche aumentata per mezzo d' una ulteriore artificiale escavazione;

2.° rallentamento della soverchia velocità;

3.° rimozione di tutti i singoli ostacoli e interrompimenti della navigazione, che trovansi o nel fondo o alle sponde del fiume.

Andiamo pertanto a ragionare sopra codesti mezzi, ognuno separatamente.

II.

Della profondità necessaria alla navigazione, e dei mezzi onde produrla.

§. 9.

È incontrastabile che anche in una profondità di soli pochi pollici può aver luogo un transito di barche. Ma perchè si possano ricavare dalla navigazione reali vantaggi in confronto dei trasporti di terra, e risarcirsi principalmente delle spese dei lavori per tal uopo eseguiti, si richiede un'altezza d'acqua di 30 pollici (met. 0,73) almeno. Per una navigazione di qualche maggiore importanza la profondità di 4 piedi (met. 1,17) è sempre il minimo limite. Non si deve però accontentarsi di procacciare a un fiume minore la profondità di cui si fece ora parola, ma bensì convien dargli in tutta la sua estensione quella profondità che nella sua portata può egli mantenere in un alveo immune da difetti, vale a dire la profondità normale (Sez. I, §. 28). Un fiume adunque, che non per eccesso di velocità si trovi innavigabile, e che nelle sue località costituite in istato normale abbia una sezione che offra lo spazio

richiesto dalla navigazione, può esser fatto navigabile unicamente stabilendo in ogni suo punto la larghezza normale, la quale avrà poscia di natural conseguenza la formazione della normale profondità, mentre i suoi bassi fondi non possono provenire che dalla soverchia larghezza, e si escaveranno, o potranno in breve tempo andare escavati, subito che vengano circoscritti entro uno spazio più angusto, ossia ridotti appunto alla normale larghezza. Possono anche darsi dei fiumi abbastanza grandi e non navigabili per la ragione testè motivata, ovvero possono essersi a poco a poco ridotti allo stato innavigabile in causa di averla trascurata.

§. 10.

Qualora un fiume anche nella sua condizione normale non si trovi possedere la profondità occorrente alla navigazione, non è perciò affatto impossibile di ridurlo navigabile, poichè rimane ancora il mezzo di conferirgli una maggiore altezza col rallentarne la velocità. L' area della sezione di un fiume stabilito nel suo corso è sempre in ragione inversa della sua velocità. Ove pertanto si voglia che in una costante massa d' acqua venga ad aumentarsi la superficie della sezione, si faccia decrescere nello stesso rapporto la velocità, al quale intento è poi necessario d' impiccolire il pendio. In un fiume, a circostanze pari del resto, le velocità stanno come le radici quadrate delle pendenze. Da questi due teoremi, che le aree delle sezioni di un fiume di corso stabilito sono in ragione inversa delle velocità, e queste come le radici quadrate delle rispettive pendenze, si ricavano le proporzioni ed equazioni che seguono qui appresso.

La quantità d' acqua che passa in un secondo sia $= M$

L' area della sezione del fiume sia $= q$

La velocità ossia lo spazio percorso nel secondo $= C$

Così è $M = C\,q$.

La maggior area della sezione da prodursi sia $= Q$

La minor velocità competente, da cercarsi, $= c$

Così abbiamo pure $M = c\,Q$, quindi $C\,q = c\,Q$, d' onde si deduce la proporzione $Q : q :: C : c$, e la velocità cercata $c = \frac{C\,q}{Q}$. Dobbiamo ora rinvenire il pendio, per mezzo del quale dev' essere prodotta la velocità c.

Il pendio che appartiene alla sezione q ed alla velocità C sia $= H$, ed il cercato pendio competente alla sezione Q e alla velocità c sia $= h$, ciò posto abbiamo $C : c :: \sqrt{H} : \sqrt{h}$ o

$C^2 : c^2 :: H : h$, e poichè.

$$C : c :: Q : q, \text{ così pure } Q : q :: \sqrt{H} : \sqrt{h}$$

$$\text{e } Q^2 : q^2 :: H : h \text{ ed } h = \frac{c^2\,H}{C^2} = \frac{q^2\,H}{Q^2}.$$

§. 11.

Un esempio numerico servirà a render più chiaro l' esposto.

La sezione (fig. 66) $c\,d\,e = q$ di un fiume abbia 120 piedi quadrati, l' altezza h della medesima sia $= 3'$ e la velocità $C = 2{,}8'$. Il pelo del fiume si debba alzare sino a $4' = H$. La larghezza giunga a piedi 60, e la sponda abbia la scarpa del $1\frac{1}{2}$; la sezione in causa dell' alzamento del pelo si allargherà sino a 61, 5', e conseguentemente l' area da prodursi Q diverrà eguale a 181,5'. Laonde la velocità all' uopo occorrente è

$$c = \frac{2{,}8 \times 120}{181{,}5} = 1{,}851.$$

Ora si deve anche trovare la pendenza $= h$, che si richiede onde produrre questa velocità. La pendenza H che appartiene

alla velocità $C = 2,8'$ sia 7 pollici sopra la lunghezza di 1000 piedi. Ciò posto si ottiene subito

$$h = \frac{120^2 \times 7''}{181,5} = \frac{14400 \times 7''}{181,5} = 3,06'', \text{ ovvero}$$

$$h = \frac{1,851^2 \times 7''}{2,8^2} = \frac{3,4260 \times 7''}{7,84} = 3,06'',$$

§. 12.

Il risultato di questo calcolo avrebbe certamente bisogno di qualche rettificazione, atteso che l' alveo non manca mai di esercitare dell' influenza sopra la velocità del fiume, e tale influenza può essere aumentata o diminuita, a norma che varia il rapporto della superficie di contatto del fiume col suo letto al letto medesimo. Tale è appunto il caso di cui parliamo mentre la linea *a e b* non istà più alla linea *c e d*, come le aree delle sezioni, che sono indicate con le stesse lettere, e da queste linee contornate. Il rapporto della linea perimetrale *a e b* alla superficie che essa circonda è divenuto minore di quello della linea *c e d* alla superficie per la stessa attorniata, e la massa del fiume trovandosi a contatto di una superficie proporzionatamente più piccola di prima, e per conseguenza essendo con ciò meno che prima ritardata, anche la sua velocità sarà alquanto più grande di quello che si annuncia dal precedente calcolo. Ma oltre alla causa testè riferita, molte altre ancora che non si possono mettere a calcolo, spiegano dell' influenza sulla velocità di un fiume, onde i risultamenti di effettive pratiche esplorazioni non vengono mai trovati pienamente conformi a quelli derivanti dalle teorie, e solamente in un canal regolare è da aspettarsi codesta conformità con sufficiente grado di approssimazione. In tante inammovibili e incommensurabili cause che in ogni fiume si oppongono a una previa esatta determinazione

teorica, si può ben anco dispensarsi da quella correzione del risultato del precedente calcolo, e si procederà sempre nella più acconcia maniera, ove si corregga il risultamento ottenuto dietro i dati delle osservazioni fatte in tali punti dell' identico fiume, dove il declivio e il volume d' acqua al più si avvicinino a quelli, che deve riportare il fiume da variarsi, o anche si scemi di qualche poco il pendio.

§. 13.

In qual maniera può ora prodursi nel pendio la diminuzione emersa necessaria dal calcolo e dalle osservazioni?

Questo non può in veruna altra guisa succedere che per mezzo di chiuse, le quali rigurgitino il fiume, e gli sottraggano con ciò tanta parte del suo declive quanta si esige, onde non lasciargli che quello di cui ha tuttora bisogno per l' accrescimento della sua profondità. Ma a quale vicendevole distanza e con quale altezza vanno fabbricate queste chiuse? Circa alla distanza debbono aversi in vista due importanti circostanze. La prima cioè se le sponde del fiume siano bastevolmente alte da permettere senza danno un considerabile rigurgito di esso, e la seconda se vogliansi condurre le barche sopra codeste chiuse con l' interposizione di cateratte, ovvero di porte. Le ultime sono certamente le più comode e le più perfette, e in fiumi scarsi di acque che hanno bisogno di chiuse o sostegni per conseguire una maggiore altezza, sono già esse le più confacenti, e anzi indispensabili, per la ragione che le cateratte durante l' uso, ossia durante il loro aprimento consumano troppo d' acqua, e non di rado ne sottraggono tanta ai tronchi superiori del fiume, che una barca, risalita che abbia la chiusa, non può guari proseguire il viaggio, prima che l' acqua, dopo serrata nuovamente l' apertura, si accumuli di bel nuovo a poco a poco, e giunga alla requisita altezza o profondità. Quando pertanto si vogliano mettere in opera le porte, convien

combinare la maggior distanza scambievole di cotesti edificii, sempre costosissimi, colla sicurezza degli adiacenti fondi, affine di radeggiare possibilmente il numero dei primi senza che il rigurgito che si alza alle loro spalle possa recare nocumento ai secondi. Ove poi la copia dell' acque acconsenta che s' impieghino le cateratte, si tengono allora le chiuse così fra loro vicine, che vengano ad avere l' altezza di 2, al più di 3 piedi (met. 0,58 a 0,88) perciocchè in tal guisa possono le barche tanto più facilmente sormontarle e continuare il loro viaggio.

§. 14.

Si determini ora l' altezza delle chiuse, e valga il seguente metodo a determinarla. La total pendenza del tronco fluviale, che deve alzarsi di pelo per via della chiusa, sia $= H$, la minor cadente che deve da ciò risultare, sia $= h$, l' altezza della chiusa bisogna che sia $= H - h$. Nell'esempio addotto il fiume sulla lunghezza di 1000 piedi ha una inclinazione di pollici 7, e la diminuita inclinazione per tale lunghezza importa 3,06″. La estesa totale del tronco, la cui velocità va ad essere rallentata dalla chiusa, e la profondità aumentata, arriva a piedi 12,000, così la cadente complessiva di esso è $7''.12 = 84''$, e la diminuita pendenza $= .306''.12 = 36,78''$ per conseguenza, l' altezza della chiusa $= 84''$; — $36,72'' = 47,28$ pollici.

§. 15.

Ma qui bisogna ancora prendere in considerazione un' altra principale circostanza, cioè la lunghezza, alla quale deve propagarsi il rigurgito in un fiume. Sia eretta la chiusa *a b* (fig. 67), la distanza sino alla quale giugne il rigurgito da essa prodotto non si stenderà più lunge di $\frac{19}{10}$ della lunghezza *a c*, che risulta tirando dalla superficie dell' acqua sopra la cresta della chiusa a

monte una orizzontale $b\,c$ finchè tocca in c il pelo del fiume non peranco dalla chiusa ringolfato. Il limite del rigurgito sarà quindi protratto superiormente per $\frac{9}{10}$ della linea $a\,c$, ed il fiume piglierà l' inclinazione $d\,b$. Se ora si conduce la linea $d\,e$ parallela a $c\,b$, avrassi $e\,b : a\,b :: c\,d : a\,c :: 9 : 10$, d' onde $e\,b = \frac{9}{10}\,a\,b$. Se poi la chiusa fosse più bassa di $\frac{10}{19}$ di H, il rigurgito non giugnerebbe più all' estremo superiore del tronco fluviale ove il declive è $= H$, ed al punto d, vale a dire il limite del rigurgito cadrebbe più o meno a valle del confine del tronco, in cui vuol essere scemata l' inclinazione. Mi pare del resto che non ancora sia posto fuori di ogni dubbio, se, qualora questi $\frac{19}{10}$ di $a\,c$ debbono estendersi sopra tratte lunghissime, siffatta estensione del rigurgito possa essere tenuta come assolutamente giusta, e verisimilmente noi abbiamo qui da fare con un oggetto della pratica architettura fluviale, il quale per giungere al suo perfezionamento, ha tuttavia bisogno di accurate indagini ed osservazioni.

§. 16.

Prescindendo poi anche dal caso che il rigurgito prodotto da una chiusa non fosse per estendersi quanto è necessario, sarebbe in ogni caso molto confacente il partito di ridurre il fiume in tutta la divisata lunghezza a un pendio decrescente in misura uniforme, col variare cioè non solamente l' inclinazione della sua superficie, ma quella ancora del suo fondo. Questo può succedere per mezzo di basse chiuse fondali poste a moderata distanza una dall' altra, le quali nel profilo longitudinale tocchino colle loro creste la linea che segna l' andamento longitudinale del fondo da prodursi, ossia della futura superficie di esso. Il fiume colmerebbe allora le

cavità esistenti framezzo alle chiuse, formerebbe un nuovo fondo affetto del pendio, che si desidera, e così impartirebbe necessariamente alla propria superficie la cadente medesima. Intorno alla struttura di codeste chiuse fondali si è già quanto che basta favellato nella precedente sezione.

III.

Della velocità che osta alla navigazione, e dei mezzi di rallentarla.

§. 17.

Nell' ottava sezione si è già detto quanto occorre rispetto alla velocità nella quale è tuttavia possibile il transito delle barche. I mezzi di temperarla non sono guari diversi da quelli descritti nel precedente capitolo in sul proposito di aumentare la profondità, imperciocchè questa quasi affatto dipende dalla diminuzione della velocità e dalla pendenza. Del resto sarà facile di accorgersi che l' applicazione di siffatti mezzi sarebbe nei grandi fiumi soggetta a estreme difficoltà, e richiederebbe spese esorbitanti. In questo caso altro espediente non rimane se non che quello di scavare, accanto al fiume, un canale e munirlo di chiuse ammovibili con porte. Per buona sorte i maggiori fiumi non hanno mai una velocità tanto grande, che la navigazione possa esservi perciò essenzialmente impedita.

§. 18.

È stato proposto di prolungare i fiumi col mezzo di svolte, e impiccolire per tal modo la loro caduta, e di conseguenza anche la loro velocità, in quanto che verrebbono entrambe distribuite sopra una linea più estesa. Le difficoltà inerenti all' esecuzione di questo progetto, o per dir meglio, la ineseguibilità di esso,

balza subito agli occhi. Per l' esecuzione dei tagli, ove parimenti si deve assegnare un nuovo corso al fiume, si può da esso aspettarsi un grande ed in gran parte indispensabile aiuto, ma qui di tale aiuto non si può assolutamente fare alcun conto, e si sarebbe in ogni consimile caso costretti di escavare il nuovo alveo in tutta la sua larghezza e profondità, e si verrebbe ad arrecarvi tutti i dannosi effetti che un fiume suol produrre nelle risvolte, e avrebbesi in seguito da combattere perpetuamente con essi, mentre per la ragione appunto che sono dannosi, si cerca colle rettificazioni e coi tagli di allontanarli. In poche parole si dovrebbero impiegare ingenti somme onde apparecchiarsi ad una continua lotta col fiume, dalla quale invece, quando la natura stessa vi abbia posto la causa, si procura col sacrifizio di grandi spese di emanciparsi, mediante il suo allontanamento. Ogni altro mezzo che si volesse per questo fine mettere in opera, tanto nella sua esecuzione, come in riguardo alle future spese di manutenzione, riesce al confronto di questo più economico.

IV.

Dell' allontanamento dei singoli ostacoli alla navigazione in parte dagli uomini, in parte dalla natura prodotti.

§. 19.

I più importanti e d' ordinario soltanto locali impedimenti alla navigazione dei fiumi, cagionati dagli uomini, sono le chiuse de' molini che formano uno scaglione nell' acqua, sopra il quale non possono le barche tragittare senza particolari espedienti. Qualora dunque non possano codeste chiuse venire rimosse bisogna allestire a quelle un comodo passaggio, sia per mezzo di cateratte, sia per mezzo di conche o sostegni. Mercè le prime ottengono le barche una via sopra un lungo piano inclinato, nella

direzione del quale devono le barche esser tirate con l' impiego di forza considerabile. Nelle altre vengono esse dall' acqua stessa sollevate sino al livello del tronco superiore del fiume senza il menomo impiego di forza dalla parte dei barcaiuoli nè da quella degli animali da tiro, ovvero abbassate nella direzione opposta, e da ciò è ben facile lo scorgere quale eminente vantaggio abbiano desse in confronto delle cateratte. Queste ultime poi sono a gran pezza meno dispendiose ed in piccole altezze di 2 sino 4 piedi, (met. 0,58 a 1,17) possono anche esser fatte abbastanza comode e il tiro delle barche attraverso di esse suole altresì venire agevolato col soccorso di varii meccanici artifizii.

§. 20.

Andiamo primieramente a conoscere la costruzione delle cateratte. Dalle parte del fiume presso cui giace la via d'attiraglio si fa un taglio nella chiusa, il quale avanzi di un terzo o almeno di un quarto la larghezza delle barche. Se per tale apertura il pelo dell'acqua non si abbassa di molto superiormente alla chiusa, si dispone la soglia depressa in modo che la barca nella massima magra vi trovi ancora profondità quanto che basta, poichè allora in acque non del tutto magre si può lasciare aperta la cateratta, evitando così nel travalicamento delle barche la fatica di aprire e di chiudere la medesima. In piccioli fiumi all' incontro, il pelo de' quali notabilmente si abbassa nell' aprimento delle cateratte, per la ragione che il volume d' acqua da essi portato è minore di quello che le aperture lasciano trapassare, deve la soglia andare impostata tanto più a fondo, quanto importa l' abbassamento del pelo superiore, poichè altrimenti l' acqua nell' aprimento diverrebbe tosto troppo depressa per il trapasso delle barche. La strada dalla bocca della cateratta sino al pelo d' acqua inferiore costituisce un piano inclinato, la cui lunghezza dev' essere per lo meno eguale all' altezza verticale della chiusa 50 volte ripetuta. Essa viene da entrambi i

lati limitata da due pareti verticali, il cui orlo superiore si confonde colla sommità della chiusa, e discende con la inclinazione stessa del fondo. Poichè su questo piano inclinato l' acqua decorre con moto accelerato, e conseguentemente va scemando sempre più di altezza verso il margine inferiore della strada, così per ovviare a siffatta malagevolezza costumasi di fare questa strada inferiormente di un quarto più ristretta della sua larghezza superiore, con che viene ad avere pareti laterali convergenti. Ma allora s' incorre anche sempre nella necessità di dare alla cateratta stessa più ampie dimensioni, per cui essa lascia scappare una quantità d'acqua più grande, il che nei minori fiumi suol arrecare un incomodo più grave di quello che s' intende con tal mezzo di evitare. Per buona sorte il discapito che potrebbe nascere in causa dell' aumentata velocità e del conseguente abbassamento del pelo dell' acqua è meno rilevante di quanto credono coloro che hanno posto in campo cosiffatto ripiego, mentre appena la barca mette piede nell' inclinato sentiero, fa nascere un rigurgito nell' acqua, la quale ottiene in grazia di ciò forza e altezza quanto che basta per fare che il naviglio si avanzi senza che vada a soffregare il fondo. Del rimanente, ove non si abbia penuria d' acqua, si può benissimo valersi della suaccennata misura.

§. 21.

Il fondo di cotesto passaggio è in ogni caso fortificato a mezzo di un zatterone di legname, che viene accuratamente lastricato, ovvero coperto con un suolo di tavoloni. Quest' ultimo rivestimento non deve essere mai tralasciato le quante volte sia da temersi che una barca molto carica venga a radere il fondo. Le pareti laterali vanno costruite con travate identiche a quelle che si adoperano per le pareti delle chiuse di legno, oppure vengono fabbricate di sasso. In quest' ultimo caso sarà ognora assai confacente il partito di applicarvi esternamente una fodera di ben

connesse tavole, poichè senza di questa il miglior cemento a lungo andare resisterebbe difficilmente al rapido scorrimento dell'acqua, e a poco a poco verrebbe disciolto e portato via dalla corrente medesima. In ogni caso non può lo stesso giungere mai alla requisita consistenza che dopo qualche trattodi tempo, ed è quindi sempre bene di proteggerlo almeno sino allora con quel rivestimento di legname.

§. 22.

Varie sono le maniere di aprire e di chiudere codeste cateratte. Nei fiumi dotati a sufficienza di acque, ove al più si eccettui il caso di massime magre, e quando verun molino non vi ponga ostacolo, esse possono rimanere aperte costantemente. Se all' incontro si chiudono, ciò avviene per mezzo di travi orizzontali sovrapposte, o per mezzo di saracinesche. Le travi poste una sopra dell'altra vanno con un capo a situarsi entro una canalatura o gargame appositamente incavato nello stipite dell' imboccatura della chiusa, e dall' altro capo si appoggiano a un ritto mobile, il quale inferiormente si muove intorno a una piletta incassata nel fondo, e di sopra è tenuto fermo da un chiavistello messovi innanzi di piatto. Al ritirarsi di quest' ultimo, il ritto cade rovescione sul fondo, e le travi private del loro sostegno se ne vanno a nuoto, finchè vengono rattenute dalle corte catene, alle quali sono per ciò appunto legate. Per chiudere di bel nuovo l' apertura, si solleva il ritto e si torna a collocargli dinanzi una dopo l' altra le travi. Cotesto apparecchio, il quale, come ebbi già occasione di avvertire, non è punto raccomandabile per le chiuse a cateratte, può qui invece essere vantaggiosamente impiegato, in quanto che non viene mai a stare in acque profonde, e mai presso aperture di considerabile ampiezza.

§. 23.

Allorquando l' apertura è munita di saracinesca, il pontile sul quale va situato il meccanismo per l' alzamento deve essere alto quanto occorre, affinchè ogni barca calato l' albero possa senza urtare passarvi di sotto. Si danno delle saracinesche al cui albero che porta avvolte le catene addette all' alzamento è fortemente connessa una ruota calcabile, alla quale cioè s' imprime il moto coi piedi, e costituiscono un sistema molto confacente per quelle cateratte a ridosso delle quali si appoggia una vasta colonna d' acqua. Le saracinesche possono altresì andare innalzate col sussidio di ruote idrauliche, purchè a tal effetto non manchi la quantità di fluido occorrente. Di entrambe queste armature di chiusa si è già tenuto discorso nella precedente sezione.

§. 24.

Sono state inoltre proposte diverse altre foggie meccaniche per aprire e chiudere le cateratte, ma essendo ordinariamente di un lavoro artificioso e molto composto, l' esperienza le ha per lo più respinte siccome pochissimo durevoli, esigenti grandi spese di manutenzione e troppo complicate. Io credo adunque di essere autorizzato a passarle sotto silenzio.

§. 25.

In fiumi piuttosto abbondanti di acque, cosicchè all' aprirsi delle cateratte non si abbassino notabilmente di pelo, se le chiuse sono di mezzana statura, si può servirsi benissimo delle saracinesche. Ma se la massa fluida che durante il passaggio di una barca defluisce per la via della chiusa, fosse notabilmente più grande di quella che il fiume nello stesso tempo vi apporta, deve questo necessariamente calare nel tronco superiore finchè dura il detto passaggio e finchè la chiusa non può essere nuovamente serrata. Si

richiede evidentemente un qualche tratto di tempo perchè venga di nuovo a radunarsi tanta acqua di quanta hanno appunto bisogno le barche che susseguono, e i molini adiacenti alla chiusa restano per altrettanto tempo inoperosi. Una navigazione di questo genere deve inevitabilmente rimanere circoscritta soltanto a un picciol numero di barche, e non potrà giammai venire promossa salvo che con grave pregiudizio degli edificii meccanici che giacciono presso il fiume, e che sono da esso animati. In cotali fiumi la navigazione va promossa col mezzo delle conche, le quali non producono questo consumo di acqua, e quando un tal mezzo fosse per risultare soverchiamente dispendioso, bisogna allora rinunziarvi del tutto.

§. 26.

Si hanno diversi mezzi per vincere la forte resistenza che incontrano le barche ascendenti durante il loro tragitto per una cateratta. Il più ovvio, ed anche il più di tutti usitato consiste nell' aumentare la forza d' attiraglio. Esige per altro una spesa maggiore, e siccome i cavalli di rinforzo a ciò necessarii poche volte si trovano pronti sul luogo, cagiona ordinariamente una significante perdita di tempo. Si è ricorso a varii espedienti per poter fare a meno di codesto rinforzo nell' attiraglio. A monte della chiusa o presso la sponda o nel fiume si ferma col mezzo di un' ancora una corda, la quale nella barca si attortiglia ad un verricello, e in questa guisa la barca viene mossa innanzi; travaglio questo complicato e lento, che non merita per alcun conto di essere raccomandato. Si procura anche di muovere innanzi la barca mediante una fune che si volge attorno al fuso di una ruota idraulica. Siccome col mezzo di carrucole convenientemente applicate e sulle quali si conduce la fune, può esserle data la direzione la più vantaggiosa, e siccome si può a tale oggetto servirsi o di una particolare ruota idraulica, ovvero di una delle ruote dell' aggia-

cente molino, così potrebbe tale apparecchio meritarsi la prelazione sulla maggior parte degli altri.

§. 27.

Nel Vils e Naab fra Ratisbona ed Amberg, onde fare risparmio di forza lungo il tragitto per le aperture delle chiuse, si è posto in opera un mezzo molto semplice e convenevole e che appunto perciò non deve in questo trattato esser trascorso sotto silenzio. Esso consiste in una carrucola, che mediante una catena si sospende alla punta della poppa del naviglio, e attraverso alla quale è passata un fune, di cui una estremità è mediante un laccio fermata ad un caposaldo a tal uopo stabilito a fianco dell' apertura, e all' altro capo della medesima vanno attaccati i cavalli. La barca è in tal guisa legata a una taglia, la quale come tutti sanno (astrazione fatta dall' attrito e dalla rigidezza della fune) scema della metà la forza che fa di bisogno. Dalla fig. 68 *A* si acquisterà una chiara idea del motivato sistema. La corda col suo laccio è attaccata al palo *a*, scorre attraverso la carrucola *b* a poppa della barca, e tirata viene dai cavalli in *c*. La barca per tale disposizione viene spinta innanzi finchè ha intieramente passata l' apertura della chiusa, dopo di che la corda è levata da *a*, e avvolta sul dorso cavo della carrucola. La fig. 68 *B* rappresenta in iscala maggiore la taglia con la sua catena di anelli. S' intende da sè che la catena e la taglia debbono avere il competente grado di robustezza, atteso che una rottura in qualunque parte di esse potrebbe esser causa di gravi pericoli.

§. 28.

Furono eziandio progettati differenti altri artifizii per sormontare le chiuse senza bisogno di cateratte. Uno de' più notabili è

quello proposto dall' Americano Fulton, l' inventore dei battelli a vapore, all' oggetto di far salire le navi al superior livello delle acque sopra un piano inclinato posto in asciutto (una strada ferrata), e ciò mediante una catena che si ravvolge intorno a un tamburo. Questo tamburo aggirato da un peso consistente in una grande cassa, la quale viene dall' alto riempita con acqua derivata da un piccolo ruscello, o da una sorgente, ovvero anche da un qualche serbatoio, discende poscia in un pozzo appositamente scavato, dove mediante una valvola si vuota da sè; e quindi per mezzo di un contrappeso viene di bel nuovo rialzata. La barca deve essere o guernita di rotelle, oppure viene adagiata sopra un apposito traino, che al piede del piano inclinato giace nell' acqua, e così viene tratta all' insù lungo lo stesso piano costruito con guide di ferro. Codesta trazione ascensionale può essere in pari tempo effettuata anche da una barca che discenda dall' alto del piano, la quale in tal caso serve di contrappeso, e a questo fine appunto la strada è preparata con duplice binario di rotaie. La convenienza di adottare un tale apparecchio si presenta tanto di rado, che non fa mestiere che io qui ne aggiunga una più minuta descrizione, e che renda più caro il prezzo di questo libro in causa dei disegni che sarebbero necessarii per illustrarla. Quelli tra'miei lettori che avessero desiderio di conoscerlo in ogni suo dettaglio, potranno ricorrere all' opera stessa di Fulton, ch' è d' altronde sotto molti aspetti interessante (1). Rammento inoltre che nei canali della China già da secoli le barche vengono egualmente tirate sopra piani inclinati, ma però da cavalli o da uomini.

(1). Venne pubblicata nell' anno 1796 in Inghilterra. Nell' 1797 comparve in Francia una traduzione della medesima sotto il titolo: *Recherches sur les moyens de perfectionner les canaux de navigation, et les nombreux avantages des petits canaux, traduit de l' anglais, à Paris, chez Dupain Triel et chez Bernard.*

§. 29.

Finora la più perfetta maniera per far passare le barche sopra le chiuse ovvero anche sopra le cascate è riposta nell' uso delle conche o sostegni. Il più memorabile esempio n' è senza dubbio la circuizione della cascata presso Trollhätta in Isvizzera, la quale venne primieramente cinta da un lato con una sola chiusa della sterminata caduta di 64 piedi (met. 18,68), e nel seguito con 8, di queste chiuse, avente ciascuna la caduta di piedi 8 (met. 2,33). Codesto sistema è abbastanza importante per essere trattato in un capitolo a parte, che avrà per soggetto la costruzione delle conche, e che metterà fine alla presente sezione.

§. 30.

Le conche vengono poste di fianco in un canale, dal quale è circuita la chiusa o la cascata d' acqua. Questo canale vuol essere sempre situato possibilmente in modo che scansi la direzione del corrente principale, affinchè il manufatto che giace in esso resti guarentito dagli assalimenti del ghiaccio. Per quanto poi è compatibile con l' assicurazione contro il ghiaccio, va l' edificio fabbricato possibilmente vicino all' imboccatura del canale all' oggetto di accorciare il tronco che ad esso conduce. Poichè questo tronco, specialmente quando le porte della conca sono totalmente chiuse, si riduce a contenere acqua quasi, o affatto stagnante, il fiume vi depone arene e bellette, che debbon essere in qualche maniera sgombrate. Se quel tratto di canale è anzi corto, che no, basta ordinariamente il ripetuto aprimento dei portelli per espurgarlo, e mantenerlo netto, e anzi allo stesso effetto si presta il passaggio delle barche, che di sovente vi ha luogo ; ma tutto ciò torna insufficiente se quel tronco è lungo, rendendosi allora necessario o il totale schiudimento della conca medesima, ovvero una frequente manuale espurgazione, per il qual lavoro è sempre inevitabile

qualche spesa. Talvolta venne ben anco fabbricata immediatamente all' ingresso del canale una particolare chiavica di semplice struttura, e munita di un paio di porte che sono destinate a rimanere serrate finchè nessuna barca presentasi per passare la conca. Si vede però facilmente di quanto vengono ad aumentarsi le spese con siffatto accessorio edificio, e che si deve possibilmente cercare di schivarlo.

§. 31.

Ora passiamo a ragionare degl' impedimenti frapposti dalla natura. Nelle località montane non è cosa appunto straordinaria di abbattersi in qualche banco di roccia, il quale si dilarghi attraverso un fiume, e v' interrompa la navigazione. L' altezza del medesimo costituisce una essenziale differenza circa la maniera di rimuovere o di rendere innocuo un tale ostacolo. Un banco di questa natura che si elevi notabilmente sul fondo del fiume, vuol essere trattato siccome una chiusa, o cascata, e perciò viene fiancheggiato da una parte con un canale ove va eretta una conca, quando la caduta importa più di 4 piedi (met. 1,17). Se importa meno, è lecito di assegnare a questo canale una lunghezza almeno centupla della caduta che va in esso uniformemente ripartita, e si potranno per lo stesso condurre le barche rinforzando il numero dei cavalli da alzaia, o anche senza un tale rinforzo, ma però con travaglio alquanto più faticoso : o per ultimo si fa saltare in aria un pezzo della roccia onde aprirvi uno spazio abbastanza ampio, nel quale viene poscia allestita una discesa inclinata del genere appunto di quella menzionata di sopra.

§. 32.

Scogli isolati, o massi di pietra giacenti nel fiume, vanno o con mine fatti crollare e ridotti in pezzi, o estratti a mano, oppure con qualche meccanico artificio. Basta che sia libera da simili

inciampi una porzione della larghezza del fiume, per avere da una parte almeno un tragitto immune da pericoli, qualora lo sgombramento dell' alveo in tutta la sua latitudine fosse per occasionare lavori e spese troppo rilevanti. Accade qui d' ordinario che si debbano far saltare dei sassi sotto l' acqua, ed è quindi necessario di descrivere questa foggia speciale di mine.

§. 33.

Il foramento dei buchi che vanno empiti di polvere nitrica per far crollare i massi o le roccie non è guari diverso dall' ordinario metodo abbastanza noto di minare i massi lapidei. Solamente i trapani o foratori debbono qui essere alquanto più lunghi, affinchè sporgano fuori dell' acqua quanto occorre anche allora che il buco trovasi già forato a una sufficiente profondità. L' unica cosa in cui le mine sott' acqua diversificano da quelle eseguite in asciutto consiste nella necessità e nei mezzi di espellere l' acqua dal forame e tenervela lontana finchè la polvere si accenda, e venga a produrre il divisato effetto. Siccome per lo scopo che ora abbiamo in vista non può essere il discorso che di mine praticate a una discreta profondità, posso bene sorpassare in silenzio tutti i diversi metodi che con vario successo furono sin qui cimentati nelle più grandi imprese di questo genere. Anche per il fine più limitato che è qui da raggiungersi venne impiegata una quantità di artifizii che sarebbe ora superfluo di riferire, e perciò mi ristringo alle poche confacenti pratiche che sono di facile applicazione, e dall' esperienza sancite, conducono con sicurezza alla meta, e dispensano quindi dal fare ricorso alle altre.

§. 34.

Il mezzo più confacente e preferibile di gran lunga agli altri tutti per l' oggetto di vuotare dall' acqua il buco forato, e mante-

nerlo asciutto, è il seguente. Quando si è forato il buco alla competente profondità, se ne ingrandisce l' imboccatura con un foratore conico che si fa penetrare per 4 pollici (met. 0,10) circa, onde essa ottiene la forma d' imbuto. In quest' apertura vien cacciata una canna inferiormente conica di raggio alquanto più grande di quello del buco e lunga in modo che emerga dall' acqua 1 piede (met. 0,29) all' incirca. La fig. 70 rappresenta la sezione di un masso di pietra col buco, di già approntato, e la imboccatura ridotta ad imbuto, e sopra la canna che vi va intromessa e che porta l' estremità inferiore conformata alla foggia di cono. Quando codesta canna è ficcata dentro così forte che serri l' imboccatura del forame senza che l' acqua vi si possa minimamente insinuare, si espelle dapprima l' acqua interiore con una verga cacciatavi entro, e si leva quindi ogni residuale umidità mediante una spugna, attaccata al capo di una sottile bacchetta. Talvolta ha il sasso in qualche parte delle fenditure, che danno adito all' acqua d' insinuarsi e penetrare sino alla camera della mina. Si caccia allora in questa una piccola quantità di terra cretosa, di cui una parte va a rabboccare le fessure, e si estrae la rimanente con la paletta, che durante l' operazione del trapanamento serve a far sortire la materia polverosa che ne risulta.

§. 35.

Apparecchiato in tal guisa il buco, si può riempierlo o caricarlo giusta il metodo usato dai comuni minatori. Ma, a fronte di tutte le avvertenze possibili, non si può che di rado essere sicuri che si trovi la camera perfettamente essiccata, e che la polvere non abbia ad inumidirsi, per cui se non viene affatto impedita di accendersi, resta però il di lei effetto per lo meno indebolito. Si mette adunque la polvere in un involto di carta o cartoccio, il quale per un tratto almeno di tempo sia valido a tenerla difesa dalla umidità. Questi così detti cartocci sono stati composti di latta, con carta

inzuppata nell' olio, e con varie altre sostanze. A tutti questi pare veramente preferibile un budello ampio in modo che occupi il foro appuntino, ma che possa poi anche esservi applicato con facilità. Viene esso tagliato della competente lunghezza, legato per di sotto, empito di polvere, riceve nell' interno una sottil canna palustre lunga a norma del bisogno, poscia intorno a questa è per di sopra legato. Indi si ugne il budello con olio o grasso, o meglio ancora con una vernice oleosa che si fa disseccare, e si carica da ultimo la canna stessa di polvere, la quale si fa giugnere sino al mezzo del cartoccio, affinchè l' accendimento venga più rapidamente dalla polvere espanto.

Sono pure molto usitati dei cartocci fatti di carta impiastrata con un sottil velo di colla.

§. 36.

Quando il cartoccio è in tal maniera acconciato, si passa a intrometterlo nella camera. I miei lettori avranno già immaginato che non può essere questa riempita nel modo ordinario, e nemmeno percossa, poichè la canna selvatica che fa qui le funzioni di accenditoio, ne rimarrebbe stiacciata. La pratica di empire di sabbia asciutta codesti forami, e il vantaggioso effetto che ne suol derivare, sono già cose talmente cognite, che rendesi superfluo che io qui muova parole onde raccomandarne l' applicazione. Solamente è d' uopo aver cura che l' arena si conservi secca, perchè se accade mai che venga a inumidirsi, rimane espulsa senza frutto dalla polvere accesa. Non essendo possibile di tener lontana l' umidità, una riempitura di cenci di lana produce l' effetto della sabbia asciutta. L' efficacia della polvere viene anche aumentata se al di sotto del cartoccio si lasci addietro vuoto un piccolo spazio della camera. Indi in tale spazio si mette un cannoncino di legno avente il diametro del buco e le pareti possibilmente sottili, con che resta il cartoccio impedito dal toccare il fondo della camera.

L' interno del cannoncino rimane cavo, e rinvigorisce l' effetto della esplosione.

§. 37.

I pezzi di pietra con violenza spaccati vanno comunemente a depositarsi alla profondità che occorre perchè non sieno più raggiunti dal fondo delle barche; ma questo però non sempre accade, e allora si deve cercare di rimuoverli dal loro posto nella guisa stessa con la quale si opera rispetto a quelle pietre che non hanno bisogno di essere fatte crollare mediante la polvere. Ben sarebbe superfluo che mi facessi a descrivere tutti i differenti mezzi che a tale effetto soglionsi mettere in opera, particolarmente nell' estrazione de' massi di ordinarie dimensioni. Mi limito quindi a riferire alcune maniere con le quali si può utilmente procedere nell' occasione di dover rimuovere pesi di maggiore momento. I meccanismi che sono a tal fine accomodati, vengono eretti o affrancati sul terreno, oppure disposti sopra barche, e servono in parte per agguantare i massi da smuoversi, ovvero quando sono agguantati, per ismuoverli.

§. 38.

Due dei più comuni stromenti per agguantare le pietre di considerabil volume, sono quelli che ora passo a descrivere. Una tanaglia, cioè, di cui ogni branca termina in tre punte curvate all' indietro, e di sopra all' opposta estremità in forti anelli di ferro. Per questi anelli si fa passare una catena. Allorchè la pietra è abbrancata dalla tanaglia, e la catena è stirata a mezzo di qualche potenza che le viene applicata, stringe essa insieme gli anelli, e per conseguenza anche le unghie che sono sotto la giuntura dell' istromento, cosicchè questo non rilascia il corpo abbrancato, a meno che non fosse per rompersi in alcuna delle sue parti. L' altro strumento è un unghione ferreo armato di robusti denti egual-

mente di ferro. Lo si attacca a un manico di legno lungo secondo il bisogno, e al quale è annessa una fune, o catena, per cui mezzo uomini o cavalli smuovono dal posto il peso afferrato. Codesti unghioni che qua e là si denominano anche rostri, possono altresì andare utilmente impiegati per l' approfondimento dei tagli, come già fu detto (Sez. VI, §. 32).

§. 39.

Uno spediente molto idoneo per muovere dal loro posto massi lapidei che sono troppo voluminosi per poter essere afferrati dall' uno o dall' altro degli strumenti, che abbiamo testè menzionati, è quello che segue. Si fora nel masso con taluno degli ordinarii trapani un buco fondo 12 in 15 pollici (met. 0,29 in 0,36), e si intrude nello stesso un bolzone di ferro, che abbia esattamente il diametro del foro. L' estremo superiore di questo bolzone, che dev' essere conformato in modo da potersi introdurre nel buco a colpi di maglio, porta infisso un robusto anello di ferro, nel quale s' infila una catena ovvero una fune, col di cui mezzo si giugne a smuovere il masso, e quindi a staccare da esso il bolzone o a forza di battervi lateralmente, oppure mediante spaccamento del masso stesso.

§. 40.

I pesi che si hanno da dislocare, o debbono venire rimossi dal fondo e recati lungo le ripe, o portati totalmente fuori del fiume, e talvolta pure non si ha bisogno che di sollevarli nell' acqua stessa per trasportarli in punti più depressi dell' alveo, ovvero tali, ove possono giacere senza dare incomodo alla navigazione.

Una pratica molto efficace per tirare a riva dei massi molto pesanti è la seguente: si allaccia il grave da muoversi o in una delle testè accennate foggie, ovvero lo si appende a una robusta leva di ferro o tronco d' albero *ab* (fig. 69), avvolgendolo imme-

diatamente con una corda o catena. Questa leva con una delle sue estremità si appoggia al palo conficcato *c*, all' altro estremo *b* si applica la potenza, la quale mediante il competente grado di forza sposterà agevolmente di un breve tratto il masso dal luogo che occupa. Poscia, dopo di avere rimessa la leva nella primiera situazione, si accorcia la catena o la fune, che essendovi nuovamente attaccata, serve a rimuovere ulteriormente e per un nuovo tratto il peso, e così vuol essere proseguito il travaglio, finchè si ottiene l' intento.

§. 41.

I pesi che sono da dislocarsi semplicemente per un breve tratto, possono andare sollevati per mezzo di una leva girevole, ed essere riposti nuovamente in altro sito niente più lontano di quello che comporta la lunghezza della leva. La sommità di una colonna di legno fermata solidamente sopra un apposito basamento, come si scorge dalla fig. 73, è armata di una solida punta di ferro, fatta alla guisa di cono, e superiormente rotondata. Sopra questa si aggira una robusta trave, nel cui fondo è intagliato un forame rivestito con banda di ferro e destinato a coprire la punta rotonda anzidetta. Per massi di grave pondo, la trave a cagione del foro indebolita nel suo mezzo può essere rinforzata coll' aggiunta di un' altra trave di minor riquadratura e più corta che le viene addossata, e tenutavi ferma con valide allacciature di ferro. Si appende il grave a un capo della leva, si deprime l' altro capo a mezzo di qualche forza, si gira poscia la leva intorno al suo centro di rotazione, e quindi si deposita il grave, tosto che è desso portato sopra il punto ove ha da rimanere giacente. La forza, che qui serve a sollevare il gravame, potrebbe consistere, come dimostra il disegno, in una cassa ovvero in un tino, che si riempie di acqua per mezzo di trombe, e poi mediante un' apertura viene di bel nuovo scaricato.

§. 42.

Per muovere nell' acqua stessa pesi considerabili, e farli cambiare di sito possono impiegarsi due barche poste una accanto dell' altra, tra le quali viene il peso innalzato sino a quel segno che occorre perchè possano con esso scostarsi dalla sua sede e andarlo a calare in una località più fonda del fiume ovvero trasportarlo in qualche altra ove non impedisca e non metta a qualche repentaglio la navigazione. A tal fine un semplicissimo mezzo è quello di far che le barche s' immergano il possibile nel fiume col versarvi dentro dell' acqua, si lega allora il peso a delle travi collocate per traverso sulle barche stesse, e si fa poscia l' aggottamento. Le barche solleveranno allora il masso con una forza equivalente al peso del volume d' acqua scaricato.

§. 43.

Un meccanismo sommamente efficace per sollevare pesi di forte calibro consiste nella vite, la quale si può mettere in uso non solamente nel caso che abbiamo ora parlato, in quanto che la si adopera sopra barche al cui bordo viene in acconcia e solida maniera assestata, ma eziandio in molteplici altre occorrenze, particolarmente nella estrazione di pali. Questa macchina è appunto composta di un forte cilindro a vite, la cui madre colla sua superficie esterna forma una ruota dentata, con li denti però tagliati a spira per la ragione che una vite perpetua, alla quale sono annesse due manovelle, in essa s' ingrana. Nel cilindro è inferiormente assicurato un forte anello, al quale mediante catene viene appeso il corpo da levarsi. Il cilindro stesso è rattenuto da un corto ma ben grosso trave, al quale è fermata la vite perpetua, e la madrevite è posta di sotto guernita di una sottile ma ben arrotata piastra di ferro o di ottone. Quel trave colla vite annessavi viene posato sopra due altri di poco soltanto fra loro distanti,

ovvero sopra robusti tronchi di albero i quali gli servono di punti d' appoggio.

V.

Delle conche o sostegni.

§. 44.

Le chiaviche che sono destinate a promuovere le barche da un pelo d'acqua più basso ad uno più alto, o viceversa, sono chiamate chiaviche di navigazione. Si hanno due diverse specie di chiaviche per ottenere un tal fine. Mediante la prima sale la barca o discende con la corrente lungo un piano inclinato circoscritto a uno stretto cammino sopra il quale l' acqua dal tronco più alto trascorre in uno più basso. Siffatte chiaviche hanno il nome di *cateratte*. La loro foggia di costruzione, i loro difetti e gl' incomodi di cui sono giustamente imputate, formarono già l' obbietto di anteriore discorso. Per evitare le difficoltà inerenti all' uso di queste cateratte s' inventarono le conche o sostegni, ove le barche vengono dall' acqua stessa alzate ovvero abbassate, e ove all' infuori della forza che si ricerca per il loro ingresso o regresso dallo spazio in cui ha luogo siffatto alzamento od abbassamento, assolutamente nessuna altra esser deve impiegata. Questo succede dividendo dal tutto una porzione della via lungo la quale vengono a tragittare le barche e in modo che nella stessa si possa a piacimento far gonfiare o salire la superficie dell' acqua sino a quel livello al quale esser deve innalzata la barca, o ridurla a quell' inferiore livello sino al quale deve la barca stessa discendere.

§. 45.

Andiamo ora a conoscere più davvicino il fondamento di codesta pratica. L' acqua di un fiume o canale venga o da una chiusa

o da un banco di roccia, o da qualsivoglia altro naturale o artificiale oggetto in guisa tale interrotta, che superiormente ed inferiormente all' accennato ostacolo esista un certo divario di altezza *b c*, fig. 81, *B*. Si separi in questo canale lo spazio dal *R* rimanente per mezzo delle due pareti verticali *a a'*, *b b'*. Si concepisca che queste possano a piacimento essere innalzate e rimosse, e così erigendosi la parete *aa'*, il superior pelo d' acqua più alto arriverà sino all' orlo *a'*, e l' inferiore sino all' altezza *c d* soltanto, vale a dire si ridurrà al livello naturale del fiume o canale, inferiormente all' impedimento da sormontarsi. Si eriga dappoi la parete *b b'*, e si tolga di mezzo la parete *a a'*, allora l' acqua nello spazio *R* salirà al superiore livello, vale a dire sino *a' b'*, viceversa si abbasserà di nuovo al pelo *c d* quando venga rimessa la parete *a a'*, e levata l' altra *b b'*. Se durante questo procedimento si trovasse una barca galleggiante nell'acqua racchiusa dallo spazio *R*, la stessa, ove una di tali pareti fosse rimossa ovvero ristabilita si alzerebbe con l' acqua al livello *a' b'*, o discenderebbe all' inferior livello *c d*. Ora un edificio, che circoscriva e formi lo spazio *R* da ambi i suoi fianchi *a b*, e *a b* in una maniera solida e permanente, e alle due faccie *a a*, *b b* col mezzo di pareti ammovibili, che possano facilmente essere aperte e serrate, il nome di *conca* o *sostegno*, e lo spazio *R* dicesi *cratere*, *vasca* o *bacino*. Facciamoci pertanto a descrivere nominatamente le singole parti che lo compongono.

§. 46.

La parte principale di questa specie di chiuse è costituita dal cratere o bacino, fig. 76 e 77, ed è limitata dalle porte superiori *a c*, e dalle inferiori *b d*, nonchè dai controbattenti, ove vengono ad appoggiarsi gl' infimi lembi delle dette porte, e dalle pareti laterali della chiusa. La parte dell' edificio che giace a monte del cratere, dicesi il *capo*, quella che giace a valle e fuori di esso

si nomina il *piede* della conca. Le porte superiori si chiamano *portine* per distinguerle dalle inferiori che diconsi *portoni*. Non c'è quasi bisogno di avvertire che sotto le prime intendonsi quelle porte che separano l' acqua superiore, e hanno minore altezza, e per le inferiori poi intendonsi quelle che stanno all' opposta estremità del bacino, e sono per appunto le più alte. Per le chiuse larghe men che 10 piedi (met. 2,92) non vengono messe in opera salvo che porte di semplice struttura, tali cioè, che da un lato della conca abbiano una colonna girevole, e chiudano dal lato opposto, che abbiano per conseguenza una sola partita. In chiuse più ampie hanno le imposte due voli, e quindi un asse mobile in ambi i lati, e vengono ad unirsi nel mezzo sotto un angolo ottuso, prestandosi ivi in tal modo uno scambievole appoggio. Cosiffatte porte sono rappresentate nell' allegata Tavola VII. I controbattenti, ai quali si appoggiano le porte coi loro margini inferiori, costituiscono ciò che dicesi la capriata delle chiuse, e propriamente quelli delle portine formano la *capriata superiore*, gli altri che appartengono ai portoni formano analogamente la *capriata inferiore*. Il fondo o platea generale della chiusa si divide in tre parti, cioè nella *platea superiore* quella che precede appunto la capriata superiore, nella *platea del cratere*, racchiusa tra le porte, e nella *platea inferiore*, la quale viene inondata dall'acqua del tronco inferiore fuori del bacino. La platea intermedia suddividesi poi in platea del cratere propriamente detta, vale a dire nella sua parte orizzontale di sotto; nella *platea di cascata a c e e* (fig. 76), che nuovamente si riparte nel tratto orizzontale *a c* e nel curvilineo *a e* (fig. 77), quantunque l' ultimo venga d' ordinario ommesso, e collocata in sua vece una parete verticale. L' immediato contorno della conca consiste nelle porte e nelle fiancate. Queste ultime divergono una dall' altra all' ingresso e all' uscita, o in linea retta, oppure ad arco (l' ultima disposizione venne adottata nei disegni allegati per illustrazione), e portano in ambi i casi la denomina-

zione di *pareti di ala.* I muri della chiusa hanno da ambi i lati delle incavature che si estendono per tutta la loro altezza. Si distinguono fra queste le nicchie delle porte *af* e *bf* (fig. 76 e 77). Hanno perciò appunto la larghezza delle porte, e sono fonde in guisa, che queste ultime vengano a nicchiarvisi per intiero, senza restringere l' ampiezza della conca, onde non resti diminuito lo spazio per il transito delle barche, e queste pure non possano dare di urto in esse allorchè passano la conca. Gli altri incavi *oo*, *oo* sono incanalature o gargami, entro i quali possono esser messe delle pareti di travi all' oggetto di porre e mantenere in asciutto la conca allorchè accada di dover racconciare qualche parte dissestata nell' interno della medesima. Si suole comunemente farle doppie per colmare di terra il vano intermedio, e rendere in tal modo affatto impossibile all' acqua esterna di penetrarvi.

§. 47.

Siamo giunti a conoscere la denominazione e lo scopo delle parti essenziali di una conca, passiamo ora a considerare più immediatamente la composizione e la struttura delle medesime. Prima di tutto le dimensioni dell' edificio. Esse dipendono dalla grandezza delle barche, e questa dalla portata del fiume ch' esser deve da quelle tragittato, Noi supporremo la grandezza delle barche di già conosciuta. La lunghezza del cratere è composta dalla lunghezza della barca, da quella della platea di cascata, ossia del muro di cascata, dallo spazio del quale bisogna che resti lontana la barca dal muro di cascata, e da quello finalmente di cui hanno d' uopo i portoni per essere mossi, senza andare in ciò impediti dalla barca medesima. Poichè la porzione ricurva della platea di cascata è d' uopo sempre che sia alquanto pendente, e la poppa o prora della barca suole sempre sporgere fuori dell' acqua quasi con la stessa inclinazione, così in grazia di questa circostanza non è necessario che si venga ad accrescere la lunghezza

del cratere oltre quella della barca. Qualora poi non vi sia la caduta ricurva, si suole ammettere la distanza di piedi 4 (met. 1,17) all' incirca tra il muro di cascata e la barca, affine di tenerla abbastanza lontana dall' assalto dell' acqua che precipita abbasso, e l' acqua stessa non venga per tal cagione troppo di soverchio agitata. Oltre di ciò 2 fin 5 piedi (met. 0,58 a 1,45) sono compresi nello spazio che corre fra le colonne mobili delle portine e l' orlo del muro di cascata, quando non si voglia risguardarlo come una parte dello stesso. Le porte inferiori, aprendosi per di dentro, debbono per il loro movimento avere eziandio libero uno spazio fra sè e la barca. Basta poi per ciò di prolungare la vasca solamente della metà della larghezza di una porta, poichè la prora della barca che trovasi vicina alle porte può muoversi alquanto lateralmente, e dar luogo a quella di esse che viene prima dischiusa. Inoltre, per mettersi alla competente distanza dalle porte si può anche approfittare dello spazio aggiunto per causa del muro di cascata. La larghezza della conca può importare 1 piede (met. 0,29), circa più della larghezza delle barche che vogliono in essa rinchiudersi. La lunghezza del capo risulta da quella della nicchia delle portine, dalla larghezza delle due canalature *o o* riservate alle pareti di travi da introdurvisi in qualche occorrenza, insieme di 18 sino a 24 pollici (met. 0,44 a 0,58) anzi a seconda della pressione contro cui debbono queste pareti resistere, suol essere la detta larghezza più o meno grande, e degli spazii intermedii, dalla nicchia alla contigua canalatura, dalla seconda canalatura sino al principio dei muri di ala, di quello infine situato fra le due incanalature, che si estende per 2 piedi (met. 0,58), all' incirca. Eguale appunto è la lunghezza del piede, meno però il tratto della nicchia, perchè la medesima viene per appunto a cadere entro il bacino.

L' altezza de' muri laterali sopra il piano del fondo nasce dall' altezza dell' acqua necessaria nella conca, la quale deve superare

di $\frac{1}{2}$ piede (met. 0, 15) almeno la più profonda immersione delle barche, dall' altezza della capriata, e dalla differenza dei peli dell' acqua superiormente ed inferiormente al sostegno, coll' aumento di 1 piede e $\frac{1}{2}$ (met. 0,44) almeno, che è la quantità di cui debbono soprastare le fiancate sul livello dell' acqua superiore.

§. 48.

In quanto concerne alla materiale struttura del sostegno, il primo oggetto che si offre ad essere esaminato, è il fondamento di esso, dove non sempre si può fare a meno di una palificazione. Andiamo dunque a descriverne la costruzione.

Nell' essenziale questo genere di fondazione non può gran fatto differire da ogni altra eseguita nell' acqua col presidio di una palafitta, e non ne devia particolarmente che in grazia della necessità, e dei mezzi per soddisfarvi, che resti cioè impedita al possibile o almeno difficoltata l' insinuazione dell' acqua dal contorno esteriore del fondamento nell' interno di esso, e che venga opposta valevole resistenza non solamente alla pressione del peso sovraincombente, nella natural direzione dei gravi dall' alto al basso, ma eziandio alla pressione dell' acqua che spiegasi in senso inverso dal basso all' insù. Il primo intento si ottiene per mezzo di pareti di piane o palanche convenevolmente applicate, e mediante accurata riempitura o scagliatura di tutta l' area fondamentale al di sotto della graticola o zatterone; al secondo si adempie mercè la diligente costruzione della platea, e mercè la inalterabile unione di essa colle altre parti della fondazione, e coi muri laterali.

§. 49.

Il trapelamento dell' acqua nel circuito delle fondazioni bisogna che sia antivenuto, principalmente per la ragione che se in

qualche punto fosse per aver luogo, potrebbe ben dare occasione a una correntia sotto i muri laterali, oppure sotto il fondo, le conseguenze della quale non potrebbero impedirsi, che con somma difficoltà o talvolta anche niente affatto, e nel caso vi avessero posto piede, tornerebbe assai malagevole l' allontanarle. Si teme altresì dalle filtrazioni dell' acqua una dannosa pressione idrostatica contro la inferiore superficie del fondo, o della platea, la quale da ciò andar potrebbe sollevata: a torto però. Mentre anche colla più esatta e diligente costruzione del fondamento non si può con sicurezza ovviare alla detta pressione, atteso che non si giugne mai a fare palancate talmente impenetrabili all' acqua, che ne resti del tutto soppressa la causa. L' effetto di cosiffatta pressione può e deve andare annientato in forza soltanto della solida struttura della platea. Per conseguire i sovraccennati scopi, bisogna che la fondazione, il nucleo della quale sia costituito da una palafitta, venga presidiata da palancate in guisa tale che non solamente circondino la fitta predetta, e chiudano perfettamente l' intero spazio del cratere, ma eziandio tolgano l' adito ad ogni possibile incanalamento di acque sotto qualche altra parte del sostegno. Per questo fine attraverso il fondamento della conca, in direzione normale al di lei asse debbono andar conficcate le seguenti pareti di sponda, o palancate.

1.° Dinanzi al capo per la intera larghezza della chiusa sino al vivo esterno delle pareti o muri di ala.

2.° Al di sotto della capriata superiore, e quando è di legno, anche in corrispondenza ai due battenti di essa. Dinanzi al muro di cascata quando la capriata è di pietra; in ambi i casi sino a raggiungere l' orlo esteriore dei muri laterali.

3.° Sotto la platea di cascata, ovvero sotto il muro che vi corrisponde.

4.° Sotto la capriata dei portoni e colla medesima disposizione suggerita per quella di sopra, allorchè è costruita di legname;

essendo di pietra basta una palancata dritta che corra sotto tutta la fondazione.

5.° All' estremità del piede come davanti al capo.

6.° Essendo cattivo il fondo della fabbrica, ovvero il cratere essendo lungo oltre 60 piedi (met. 17,51), è conveniente di applicarne una per lo meno anche sotto il cratere anzidetto.

Nel senso longitudinale della conca debbono almeno sotto il vivo interno dei muri laterali essere conficcate delle pareti di palanche, le quali vengano a collegarsi a quelle conficcate in corrispondenza del capo e del piede dell' edificio. In suolo di natura mal ferma e cedevole si praticano altresì delle palancate sotto il vivo esterno dei muri. Nella fig. 76 si veggono distinte con linee punteggiate quelle pareti di sponda che sono assolutamente indispensabili.

§. 50.

I pali o palanche che servono a formare le pareti di sponda debbono unirsi colla maggior possibile esattezza fra loro ed ai pali, tra cui vengono confitte. A tal effetto è d' uopo che sieno lateralmente corredate di canalature. Qualora il fondo sia di natura variante, cosicchè contrasti all' esatto loro scambievole combaciamento, facendole deviare durante la fittura dalla direzione ad esse imposta, vengono battute due file di esse una dietro l' altra, affinchè si coprano vicendevolmente le commessure. In tal caso le canalature diventano superflue. Anche i pali, fra cui vanno esse a situarsi, debbono avere delle canalature, al quale oggetto vengono digrossati a quattro faccie piane. In fondo di natura omogenea, ove le palancate giungono a penetrare direttamente e regolarmente senza punto declinare dalla prima direzione loro assegnata, si possono del pari tralasciare le canalature, e basta che le faccie laterali delle piane e dei pali siano diritte e squadrate a dovere. Eseguito il loro conficcamento, vengono superiormente

recise a uno stesso livello, onde aderiscano perfettamente alle banchine che vanno su di esse affrancate. Ogni cura deve essere posta in opera nell' impianto di quella palancata che divide il soprastante capo della conca dal soggiacente cratere.

§. 51.

Ai pali e alle palancate viene sovrapposta ed incastrata la graticola. Il piano superiore di questa convien che sia perfettamente lavorato, affinchè l' intavolamento vi si adatti esattamente in ogni suo punto. Al basso di essa e in mezzo ai pali si ricolma il fondo per l' altezza di 2 piedi (met. 0,58) con miscuglio di sassi e di malta sino alla superficie suprema della graticola, addensandolo anche a forza di manuale pestamento, affinchè tra il tavolato e l' empitura non rimanga il benchè minimo interstizio. A risparmio di spesa questo imbonimento può essere anche approntato di argilla sodamente mazzerangata, ma in tal caso vuol essere accresciuto il numero delle palancate trasversali. In ambi i casi fa di mestiere che venga usata la massima diligenza intorno all' empimento che precede e sussegue al muro o alla platea di cascata.

§. 52.

Il tavolato della graticola deve riuscire affatto impermeabile all' acqua, in particolare quando è ridotto a servire propriamente di fondo, senza la sovrapposizione di un lastricato di pietra, per il qual caso il suolo di legname serve di base a quello di sasso. Si usa anche di farlo doppio, affinchè il superiore copra le commessure dell' infimo. Per altro se i panconi che lo compongono sono grossi almeno 3 pollici (met. 0,07), se hanno degl' incastri, e siano questi perfettamente intagliati e lisci, cosicchè vengano a connettersi esattamente fra loro, risulta il suolo appieno impenetrabile, tanto più che le piane si dilatano, tosto che vengono

inondate dall' acqua. È ben confacente di assicurarlo con chiodi di legno anzichè di ferro, praticandovi poi per di sotto una fessura, ove si vuol assettare una piccola bietta di legno, la quale, appena che arriva al fondo del foro succhiellato, viene per forza intrusa nella caviglia, la allarga di sotto, e ne rende quasi impossibile l' estrusione. Ciascun chiodo viene poi rinzeppato anche per di sopra. In questa guisa vanno i panconi fermati a tutti i correnti della graticola, e per esuberanza di solidità si può anche fermare ciascheduno di essi con un paio di viti da legno di ferro.

§. 53.

Nelle più grandi e più importanti conche, ovvero tali che non si abbia motivo di usare risparmii nella spesa, si sogliono fare le platee di pietra, e si dispongono o a perfetto piano, ovvero secondo una curvatura concava, quale si scorge delineata nella fig. 82. In ambi i casi si dà alle pietre il taglio d' un arco scemo, ossia d' un arco rovesciato di molto breve saetta. Codesta pratica si rende in particolare necessaria quando la conca manca di zatterone, giacchè solamente in tal forma la platea, verso cui i muri laterali fanno le funzioni di piedritti, può opporre validissimo contrasto alla pressione idrostatica, che tende a sollevarla. Anche le pietre che formano i margini della platea alle due estremità di essa cioè al principio del capo, e al termine del piede, hanno il sesto di un arco supino il cui centro giace nell' interno della conca.

§. 54.

In fondo di natura soda si può del tutto ommettere l' impiego della palafitta, non sempre però quello della graticola. Pure in Francia si sono con favorevole esito fabbricati parecchi sostegni senza alcuno dei due mentovati presidii, mentre si restrinse la fortificazione fondamentale a uno strato grosso 1 piede (met. 0,29)

di cemento di malta compresso colla mazzeranga, ovvero a uno strato alquanto più duro di argilla artificialmente costipata, e poscia senza verun altro intermezzo sopra vi si posarono i muri e la platea di sasso. I muri ebbero inoltre al loro tergo un rivestimento avente lo spessore di 1 piede e $\frac{1}{2}$ (met. 0,44), di argilla fortemente battuta, cosicchè l' intero edificio venne esternamente circondato da un viluppo non interrotto e impermeabile di questa specie di terra tenace. Per rendere ancor più difficile il trascorrimento dell' acqua nel sotterraneo della conca, si costuma eziandio di condurre al di sotto delle capriate nel senso trasversale un muro che penetri alla profondità di 3 a 4 piedi (met. 0,87 a 1,16) e di circondarlo tanto nel fondo quanto dai lati con argilla e creta bene pigiata, e dietro a ciò si vanno a ultimare i residuali lavori di fondazione. Non avvi fondamento alcuno per dubitare che non si possa con siffatto metodo fabbricare sicuramente una conca non sostenuta da graticola in qualunque luogo, dove il fondo si trovi senza di essa in istato di reggere un altro edificio di eguale altezza. Le palafitte sono oltre ciò d' ordinario le parti più dispendiose di una chiusa e si ha quindi ogni ragione per cercare di renderle di un uso non indispensabile. È però necessario di essere molto cauti ed esperti nell' impianto del testè menzionato metodo di fondazione.

§. 55.

Allorchè la conca è fondata sopra un semplice zatterone, può dopo la costruzione andare soggetta a qualche cedimento, il quale ove avvenga in modo da per tutto uniforme non suol recare alcun danno. È per altro probabile che in tale circostanza il zatterone di un ampio cratere faccia ventre nel mezzo, poichè non è ivi aggravato come lateralmente dal massiccio dei muri. Simile inconveniente si evita col raddoppiare i correnti trasversali della

graticola nel bacino, vale a dire ponendo due di essi uno sopra l' altro. Siffatto ripiego viene naturalmente ad essere superfluo, quando si munisce la conca con un suolo di pietra ad arco rovesciato, il quale è di gran lunga preferibile a quel rafforzamento di travi. Nel caso poi che una platea di legname avesse effettivamente ad incurvarsi nel mezzo, conviene a tal segno e per tanto tempo aggravarlo di sassi, finchè venga di nuovo ristabilito il di lei piano. È talvolta giovevole di dar mano a cosiffatta misura prima che accada un incurvamento, di cui già si avesse sin dapprincipio concepito il timore.

§. 56.

Una parte importante della platea dei sostegni sono le due capriate, ossia i controbattenti, ne' quali le porte vanno a battere col loro lembo inferiore, ed ai quali esse si appoggiano. Essendo le porte semplici, cioè a una sola volata, come sempre suol essere il caso nelle minori chiaviche, la capriata consiste in una soglia diritta alquanto rilevata sul fondo. Essa però diviene più complicata quando le porte hanno due partite, che si sostengono scambievolmente nel mezzo sotto un angolo ottuso rivolto contro la spinta della corrente. La grandezza di tale angolo si determina coll' assegnare al triangolo formato dai due lati della capriata e dalla lor linea di base, ossia dalla larghezza della conca, la quarta parte di questa latitudine ed anche qualche cosa di meno per altezza. La più adattata conformazione d' una capriata di legno, onde collegarla in maniera abbastanza solida alla graticola del fondo, e rendere altresì inalterabile la congiunzione dei varii suoi membri, viene qui appresso descritta.

La capriata deve sporgere sul fondo da 8 sino 9 pollici (met. 0,19 a 0,22). La metà di quest' altezza è appunto destinata per lo spazio che le porte nell' atto che a quella si appoggiano, vengono a coprire col loro battente inferiore, l' altra metà di

sotto rimane libera, dovendo per appunto le porte stare col detto battente di altrettanto sollevate sul fondo della conca, affinchè ogni piccolo sassolino che per avventura vi si trovi sopra, od anche semplice arena, non difficulti il movimento delle porte stesse nell' occorrenza di aprirle e di chiuderle. Codesta altezza e la resistenza della capriata alla spinta che agisce contro di essa, si consegue appunto col porre i due correnti trasversali della graticola, quello, cioè, sul quale giace immediatamente la capriata (*m m*, fig. 76 e 77) ossia la soglia, e l' altro susseguente *n n* colle loro faccie superiori di 1 piede (met. 0,29) più in alto, locchè si ottiene coll' incastrarli meno profondamente nei correnti longitudinali, e scegliendo all' uopo stesso delle travi di più forte riquadratura. Se dall' altezza testè riferita di 1 piede vien sottratta la grossezza dei tavoloni che costituiscono il fondo della chiusa, rimane l'altezza della capriata sulla quale non cade il tavolato. Nelle conche di più antica costruzione si trova che in cambio di situare la capriata alquanti pollici più alto, si tenne di altrettanto più depresso il fondo per tutta l' estensione delle nicchie. Tale affondatura si riempie però di buon grado a poco a poco di sabbia, ed impedisce o difficulta almeno l' aprimento delle porte. Anche la struttura delle platee di legname risulta per tal motivo più complicata.

§. 57.

La capriata consta delle seguenti parti: la soglia *a a* (fig. 85 *A B*), i due controbattenti *a b*, *a b*, e il tirante *b c*. Ordinariamente è composta di queste sole parti, io poi vi aggiungo anche per maggiore fortezza la seconda banchina *d d*, giacente dietro la soglia, nella quale s' incastra con taglio a mezza coda di rondine il tirante, che addossato viene con incastro a mezza grossezza sopra la banchina di soglia. I due controbattenti, la banchina di soglia, e la susseguente hanno la larghezza di 15 pollici (met. 0,36). I controbattenti vengono fermati mediante le incisioni disegnate

nella figura *A*, e immorsando i pezzi a doppio dente in terzo. Con simile foggia d' incastro trovasi connesso il tirante ai due controbattenti. Tutti i travi componenti i diversi membri della capriata hanno inoltre un battente fondo 3 pollici (met. 0,07), il quale porta incassati i panconi, che ricoprono i vacui frapposti onde produrre quel piano continuo, che formar deve l' alzamento sul rimanente fondo della conca. Un fianco della capriata disegnata nella fig. 76 resta in tal modo completamente descritto.

§. 58.

Quando le capriate sono di pietra, vogliono essere composte di lastre dure, grandi e immuni da qualunque difetto. Le loro commessure convergono all' ingiù verso un unico punto, in guisa che la capriata formi un arco supino come lo rappresenta la superiore capriata della fig. 76.

§. 59.

La platea di cascata si attacca alla banchina esterna *d* della capriata superiore. È composta delle banchine inclinate *m m*, le quali nella direzione dei correnti longitudinali della graticola sono di sopra fermate alla banchina *d d* (fig. 83 e 84), e inferiormente al contiguo corrente trasversale, e sono propriamente un prolungamento e una continuaziane de' qui interrotti correnti longitudinali. Nella distanza delle rimanenti file di pali una dall' altra viene qui pure conficcata sotto la platea di caduta una schiera di pali, sulle teste dei quali va incastrato il traversone *n*, l' intelaiatura *r r* per appoggio della coperta di tavoloni è incassata sul dorso delle banchine inclinate, e quindi sopra vi s' inchiodano i tavoloni, che formano la superficie esteriore della platea di cascata, e compiono in questo luogo il fondo della conca. L' inspezione della fig. 84 ci dispensa dal bisogno di ulteriori schiarimenti in proposito.

§. 60.

Resta però sempre per le stesse platee di legname da anteporsi nel sito della cascata la struttura murale, mentre riesce senza confronto più durevole di qualunque più solida costruzione di legno. Si dà in tal caso al muro una sufficiente ampiezza per potervi sovrapporre anche la capriata delle portine, la quale allora va costruita di pietra. Si prolunga in tal caso la platea inferiore del cratere fin sotto la capriata superiore, e si viene così a formare il sottobasamento del muro di cascata. Tale costruzione è appunto rappresentata nelle figure 76 e 77. Si possono dare al predetto muro varie configurazioni. La più comune è quella che forma una parete perpendicolare incurvantesi alcun poco verso la capriata. Essa è delineata colle punteggiature *r r* nelle due figure preallegate. Essendo considerabile l'altezza della cascata il moto dell' acqua che discende per essa si rende incomodo alle barche rinchiuse nella vasca. Per moderarlo si costuma di dare al muro di cascata un profilo curvilineo simile a un dipresso a quella delle chiuse a cascata di sasso aventi una configurazione ricurva, delle quali abbiamo dato ragguaglio nella precedente sezione. Merita siffatta forma di essere raccomandata, quando non si vogliano preferire i canali laterali chiamati *giratori*, che hanno lo sbocco sotto il muro di cascata, e dei quali parleremo più circostanziatamente in appresso. Nel cratere esibito dalla fig. 77 vedesi appunto delineato il muro di caduta con profilo curvilineo *a e*.

§. 61.

La grossezza de'muri laterali e di ala vuol essere desunta dalle leggi meccaniche concernenti la stabilità dei muri di rinfianco; soltanto in vista della circostanza che i solidi perdono una parte del loro peso nell' acqua, bisogna alquanto aumentare la grossezza data dal calcolo. In generale può assumersi che lo spessore alla

base dei muri venga a importare la metà della loro altezza, e se vengono costruiti con buone pietre di grande peso specifico, due quinte parti della medesima, e la grossezza superiore può tenersi di 4 a 5 piedi (met. 1,16 a 1,45), facendo che l'assottigliamento o ritiro del muro abbia luogo soltanto nella sua faccia posteriore, ed a risalti, come apparisce dalla fig. 79. Nei punti corrispondenti alle capriate e alle porte viene ingrossato di 3 piedi (met. 0,88), tanto per avere un muro più robusto onde consolidarvi i gangheri delle porte, quanto per la ragione che le muraglie sono ivi soggette a frequenti urti e sconquassi.

§. 62.

Per conseguire qualche risparmio nel solido dei muri, si costuma di farli un poco più deboli, presidiandoli a tergo con barbacani o contrafforti posti a regolari distanze. Cotesto risparmio non è però gran fatto rilevante, e all' opposto la materiale confezione delle muraglie va in tal caso congiunta a più complicato lavoro. Anche lo spazio compreso nel cavo dell' edificio diviene maggiore, e in conseguenza, la spesa di escavazione è per tal causa aumentata; circostanza che qualora siavi molta acqua da aggottare, merita bene che si prenda in attento riflesso. Accadendo di dover fare una graticola, anche risulta questa più complicata, e conoscendosi necessario di circondarla anche all' esterno con palancate, l' approntamento di esse a cagione dei molti angoli salienti e rientranti riesce più difficile e più dispendioso. Si suole adunque con buona ragione tralasciare l' impiego dei contrafforti o barbacani suddetti, e fare perciò i muri anche alle loro spalle diritti con eccezione dell' accennato ingrossamento presso le porte.

§. 63.

I muri dei sostegni richieggono una esecuzione esatta e diligente; in particolare deve essere posta ogni cura possibile affine

di renderli impenetrabili all' acqua. Infatti la pressione della corrente superiore apre con facilità, specialmente nelle alte chiuse, una qualche via tra le commessure delle pietre, la quale ove una volta esista, non può più andare otturata che con istento e in una maniera affatto precaria, poscia continuamente si allarga e si rende alla fine capace di cagionare la totale rovina dell' edificio. Questi muri adunque almeno nella loro fronte interna esposta all' acqua vogliono essere eseguiti in pietre da taglio, e con perfetta malta idraulica. Non mancano invero esempii di sostegni fabbricati di cotto, ma esistono ordinariamente in quelle località soltanto ove c' è difetto di pietre naturali, o sono almeno troppo care, e i mattoni e le malte vi abbondano di eccellente qualità; e là pure avrebbesi data la prelazione alle pietre vive battute, se l' eccessivo costo delle medesime non avesse provocato l' impiego dei laterizii.

Negli ultimi tempi, all' oggetto di rendere impermeabili all' acqua i muri delle conche composti di quadroni di pietra da taglio, si fece uso di un metodo, il quale per essere sicuro, e troppo poco sinora conosciuto, merita bene che in questo luogo se ne faccia particolare menzione.

Si circonda ogni pezzo di pietra con un canaletto incavato in ciascuna delle sue faccie di unione, e tale che la sezione di esso presenti un semicerchio del diametro di 1 pollice (met. 0,024). Questi canaletti sono praticati in tutte le pietre a perfetta uguale distanza dalla loro faccia frontale, cosicchè quando le pietre sono addossate le une alle altre, i canaletti vengano ad incontrarsi esattamente fra loro, e formino in tal guisa un canale, la cui sezione è un circolo avente il diametro di 1 pollice. Di questa guisa un simile canale percorre le commettiture dei quadroni, come abbastanza chiaramente dimostrano le linee punteggiate della fig. 85. Cotesti canaletti, appena che è sovrapposta una pietra all' altra, vengono subito empiti con un cemento di forte consistenza, e questo è ogni volta compresso mediante un bastone di ferro, che si caccia

dentro nel canale a colpi di martello, e così si prosegue finchè il buco è totalmente otturato. Per tal modo risulta un nucleo rotondo di solido smalto che trapassa tutte le commessure, che avvolge tutte le pietre, che si attacca fortemente ad esse, e che rende affatto impossibile ogni filtrazione dell' acqua.

§. 64.

Allorchè sono eretti i muri laterali e di ala, non mancano che le porte a fare completa la conca. I principali requisiti di queste si riducono ai tre seguenti capi: struttura abbastanza solida e fitta, perchè possano resistere alla spesse volte notabile pressione dell' acqua, agente contro di esse, e perchè l' acqua non trovi alcun adito d' insinuarvisi fra le commessure: mobilità facile quanto occorre per aprirle e chiuderle senza bisogno di grande sforzo ed il perfetto serramento delle medesime tanto presso i muri laterali, quanto a ridosso delle capriate, e se sono in due partite, eziandio tra loro, affinchè lascino smucciare il meno d' acqua possibile.

§. 65.

Le singole parti di una porta da sostegno sono le seguenti:

1.° Il *ritto cardinale ab* (fig. 86 *A*), vale a dire la colonna intorno alla quale si muove la porta, di sotto per mezzo di un perno, o di una padella, e superiormente mediante il collare *c*, che si volge in un anello, e dalla quale è dessa in pari tempo portata.

2.° Il *ritto battente df*, il quale nel lato opposto al cardinale limita la porta, e con cui questa si appoggia al muro di fianco quando è formata a una sola partita, e quando è divisa in due voli, nel mezzo della conca al ritto battente dell' altra porta.

3.° Il *cimazio h i*, che congiugne l' estremità superiori dei ritti, e forma il superior limite orizzontale della porta,

4.° Lo *zoccolo g* che unisce l' estremità inferiori dei medesimi ritti, e forma il limite inferiore della porta.

Questi quattro membri formano il contorno esterno della porta o di una delle volate di porta. Per poter empire lo spazio chiuso da essi, e per rendere salda e inalterabile la forma della porta, si esigono ancora le parti qui appresso citate.

5.° Le *traverse n n*, le quali ripartiscono il piano della porta in senso orizzontale.

6.° I *ritti intermedii* (applicati nelle porte della fig. 77) tagliano in direzione normale le traverse, e formano con queste i campi dell' ossatura della porta. Essi del resto non sono indispensabili.

7.° Il *diagonale s s*, il quale dal piede del ritto cardinale si stende all' insù in obliqua direzione ed è superiormente incassato ad incastro nel cimazio, ovvero al capo superiore del ritto battente. Serve in principalità per impedire alla porta dal sedersi in causa del proprio peso, e perdere in conseguenza la propria figura rettangolare.

8.° Il *ferramento*, vale a dire le leghe e gli squadri di ferro che assicurano le unioni e gl' incastri dei varii membri delle porte.

9.° Gli *sportelli* o *valvole*, onde col loro mezzo caricare ed evacuare il bacino della conca. Non sono del resto una parte essenziale delle porte, poichè lo scopo al quale si prestano, può essere conseguito anche senza di essi.

10.° I meccanismi inerenti all' aprimento e al chiudimento delle porte.

Passiamo ora ad esaminare più davvicino ognuna di queste parti.

§. 66.

Il *ritto cardinale*. Essendo destinato a reggere tutto il peso della porta, deve però essere il membro più robusto di essa.

Quindi gli si assegna la grossezza della porta da 10 a 12 pollici, (met. 0,24 a 0,29) ed una larghezza di 15 (met. 0,36). Deve essere tagliato da un tronco di quercia intieramente netto e scevro da ogni difetto. Presenta al muro laterale una superficie perfettamente rotonda. Abbasso avanza di 2 pollici (met. 0,05) lo zoccolo, e sopra sporge di 3 pollici (met. 0,07) sul cimazio. Solo quando le porte sono armate di leve, che presto ci faremo a descrivere, viene il cardinale protratto all' insù a norma del bisogno. Immediatamente sotto il cimazio ha desso un collo cilindrico col quale si muove attorno un anello, e di sotto porta fisso un pernio o pollice di ferro, intorno al quale può girare entro una ralla, piletta o lucerna, saldata appunto nella platea della chiusa.

Il *ritto battente*. Ha la grossezza del cardinale e nella faccia rivolta alla corrente, di 15 pollici (met. 0,36). Nella faccia opposta in porte a due volate diviene più stretta, perchè deve essere tagliata obliquamente affinchè i due ritti battenti vengano a combaciarsi esattamente, e si appoggino perfettamente l' uno contro l' altro. La grandezza dell' angolo secondo il quale viene tagliato dipende naturalmente dalla misura di quello che è formato dal concorso dei due controbattenti della capriata. I suoi sporti oltre il cimazio e lo zoccolo sono uguali a quelli del ritto cardinale.

Il *cimazio* e lo *zoccolo* hanno la grossezza della porta, e una larghezza di 9 a 10 pollici (met. 0,21 a 0,24), e vengono a doppio incastro connessi nei ritti cardinale e battente. La loro lunghezza risulta dalla larghezza della porta.

Le *traverse* si fanno di una riquadratura pari, o almeno non inferiore di molto a quella dei membri prenominati. La massima loro scambievole distanza dev' essere in luce di piedi 3 e mezzo (met. 1,02). Nelle porte di considerabile altezza è confacente d'impiccolire gradatamente siffatta distanza, mano mano che si accostano al basso, come si vede praticato nelle fig. 86 e 87, onde conferire alle parti inferiori della porta maggiore robustezza a

misura che cresce la pressione idrostatica dell' acqua contro le medesime.

I *ritti intermedii*. Compete loro la grossezza delle traverse e una larghezza di 8 pollici (met. 0,19). Si possono ommettere, allorchè le traverse sono le une alle altre di più avvicinate. La porta poi risulta più semplice, di più facile esecuzione, e le traverse rimangono più forti, perchè verun altro membro di legno non viene su di esse incastrato.

Il *diagonale*, o sia il tirante obliquo, ha la riquadratura delle traverse. È coll' estremo inferiore unito al ritto cardinale, col superiore al cimazio a mezzo d' incastri diligentemente lavorati. Si trovano delle porte di sostegni, nelle quali il diagonale è inserito a pezzi framezzo alle traverse, ed è congiunto a incalettatura con ciascuna di esse che incontra. Certamente gl' intagli a tal uopo occorrenti non infievoliscono la robustezza dei pezzi di legno, ma ne derivano parecchie superficie di contatto nel diagonale, le quali possono andare soggette a qualche compressione locale, e facilitare con ciò il sedimento della porta. In porte di straordinaria grandezza si sogliono anche impiegare due o tre diagonali paralleli fra loro.

§. 67.

Volendosi praticare delle piccole luci od uscioli nel piano delle porte, trovano questi il loro posto nel campo inferiore fra i ritti intermedii. Ove poi manchino le porte di questi ultimi ritti, tra lo zoccolo e l' infima traversa vengono inserte due corte colonne (*o o* fig. 86) distanti una dall' altra quanto si vuol larga l' apertura, le quali costituiscono gli stipiti verticali dello sportello. L' area di ciascuna di queste aperture deve importare nelle chiuse non meno di 2 e nelle grandi non meno di 4 piedi quadrati (met. q. 0,17 a 0,34), poichè altrimenti il riempimento ed il vuotamento del cratere esigerebbero un soverchio perditempo.

§. 68.

Avanti che si possano stabilire i portelli nelle porte, bisogna che l' ossatura delle medesime venga rivestita di tavoloni. È in pari tempo assai confacente di mettere in opera questo rivestimento per la miglior tensione di tutto il sistema. A tale oggetto i principali membri dell' ossatura hanno i lembi tagliati a battente largo 2 pollici e mezzo (met. 0,06), e profondo 3 (met. 0,07) per incassarvi i tavoloni del rivestimento grossi appunto 3 pollici, in direzione obliqua e parallela al diagonale. Per esuberanza di solidità si possono anche, framezzo all' incavature da intagliarsi, preparare degli appositi incastri ai tavoloni. Onde ridurre la porta maggiormente inaccessibile alle trapelazioni dell' acqua, si è talvolta usato sopra questa copertura di tavole porne una seconda, facendole però entrambe separatamente più deboli, cioè grosse circa 2 pollici (met. 0,05) ognuna, oppure di coprire le commessure della prima con assicelle.

§. 69.

Quando le porte sono rivestite coi tavoloni, vengono all' orlo superiore assicurati dei mensoloni o portatori di legno, e posto sopra questi e solidamente inchiodato un suolo di panconi largo 1 piede e mezzo (met. 0,44) all' incirca. Formano questi sulla sommità delle porte una strada per giugnere alle manovelle o leve con le quali si aprono le imposte dei portelli, e un pontile che mette in comunicazione una porta con l' altra della conca. È desso segnato in *x* nello spaccato della porta fig. 86 *B*, e venne ommesso a bella posta nell' attigua fig. 86 *A* all' oggetto di far discernere con maggiore evidenza la costruzione di questa facciata della porta.

§. 70.

Per apporre solidamente alla porta l' imposta del portello, si ferma dapprima nello zoccolo il regolo *m* (fig. 86 *B* e 87), e poscia si connettono a vite nel rivestimento della porta gli stretti regoli *n n* verticali e muniti di canalature. Fra cotesti regoli e nei loro gargami viene introdotta la cateratta, composta di pezzi di pancone grosso 2 pollici e mezzo (met. 0,07) uniti assieme con legature di ferro, e sorretta dal listone orizzontale *m*. Le dimensioni poi di questa cateratta esser debbono regolate in modo che abbia essa idoneo spazio da muoversi liberamente lungo i solchi laterali, avuto anche riflesso al suo naturale aumento di volume per effetto dell' acqua.

§. 71.

Onde fare a meno dei precitati portelli, si praticarono nei muri di fianco, da entrambe le parti, dei canali aventi l' imboccatura superiormente alle porte, e la loro foce al di sotto delle medesime, e muniti inoltre al loro ingresso di piccole paratoie o animelle di legno. Si è lor dato il nome alquanto strano di *giratori*. Molti sostegni francesi ed anche inglesi sono provveduti appunto di siffatti condotti laterali. È però facile il comprendere che, ove non siano approntati con materiali di eccellente qualità e con somma diligenza nella mano d' opera possono con facilità andare sconcertati, e allora a somme difficoltà si va incontro per volerli ristaurare. Oltre di ciò i muri laterali del sostegno hanno in tal caso bisogno di un considerabile aumento di grossezza. Tali giratori riescono in conseguenza abbastanza dispendiosi. L' unico e certamente assai rilevante motivo che induce a fare ad essi ricorso, trovasi appunto nelle alte conche, dove l' eccessiva caduta dell' acqua sopra il muro di cascata renderebbe indispensabile un prolungamento della conca. Si è quindi procurato di disporre cotesti giratori in

guisa che i muri laterali ne vengano il meno possibile indeboliti, ripiegando cioè i due canali che conducono l' acqua nel cratere uno verso l' altro fin presso il mezzo del muro di cascata, ove vengono a sboccare dal fondo di una cavità a vôlto *W* praticata nello stesso muro di caduta al piano della platea del cratere, come chiaramente si scorge dalla sezione rappresentata nella fig. 82. In questa maniera non si produce alcuna notabile agitazione nella barca che trovasi rinchiusa nella vasca, e può essere la medesima tenuta vicino affatto al muro di caduta. Sarebbe in ogni caso molto confacente di approntare i suddetti canali di ferro fuso, quali sono nella suaccennata sezione realmente figurati. Alle loro imboccature sono adattati dei turaccioli ammovibili col soccorso di leve. Di leggieri si vede che queste aperture possono per tal modo aprirsi e chiudersi con molto maggiore prestezza di quello che avviene colle saracinesche, e quasi in un istante. Sarebbe sommamente giovevole impiegare in luogo di que' turaccioli delle valvole aventi la forma delle grandi animelle da fontana (*n n* fig. 82), le quali vogliono essere di metallo, e finite poscia esattamente con lavoro di tornio. Sul dosso di codeste animelle è infilata un' asta di ferro *o*, che passando per un foro verticale aperto nel grosso dei muri può liberamente scorrere su e giù, e col soccorso di un vette fisso a una colonna alta 3 piedi (met. 0,88) può con estrema facilità essere alzata all' occorrenza di mettere in atto la comunicazione dell' acqua nel cratere. I canali debbono avere un diametro di 24 a 30 pollici (met. 0,58 a 0,73). Non c' è a mio parere quasi altra ragione, salvo che il più sollecito aprimento e chiudimento a permutare i portelli con qualche altro espediente presso le porte inferiori, nelle quali non ha punto luogo il motivo che è stato addotto, rispetto alle porte superiori in riguardo appunto a rendere manifesta la convenienza di un differente apparecchio. Oltrecciò nei canali della chiusa inferiore l' alta colonna fluida insistente sulle animelle produrrebbe in

grazia del suo peso qualche difficoltà nell' aizamento delle medesime.

§. 72.

Per poter aprire e chiudere comodamente le porte vengono posti in opera meccanismi di vario genere. Porte larghe 10 piedi (met. 2,92) e di vantaggio, sono per solito mosse da una spranga di ferro dentata che va ad esse congiunta e nei solchi della quale ingranano i denti di una ruota orizzontale stabilmente fissa sul muro laterale. Questa ruota è applicata a uno stante verticale alto circa 3 piedi e mezzo (met. 1,02), il quale mediante un braccio di leva viene girato attorno. Per agevolare il movimento delle porte, e nello stesso tempo per impedire qualunque alterazione nella loro figura rettangolare, che potrebbe ben nascere in causa del loro proprio gravame, si munisce il piede del ritto battente con rotelle metalliche, scorrevoli lungo una lamina di ferro appositamente incassata sul piano della platea. Porte più piccole, quali sogliono occorrere ne' fiumi che si fanno navigabili, vengono con molta convenienza poste in movimento per mezzo di una stanga o bastone fisso nel battente per mezzo di due anelli, nell' estremità del quale è infilata una traversa di comoda impugnatura, ovvero mediante un vette situato nella porta stessa *(e k*, fig. 86), o in pari tempo con ambi questi mezzi combinati insieme. Per munire le porte del vette testè motivato, i due ritti principali vengono prolungati di 3 piedi e mezzo (met. 1,02), e vi s' incastra sopra il trave *e k* alto 8 pollici (met. 0,19) circa, la cui estremità *k* sporge fuori del cardinale a un dipresso per quanto è larga la porta. Uno o due uomini servono ad aprire e chiudere la porta. Cotesto apparecchio è affatto sufficiente per le porte di ordinaria larghezza, e combinato col bastone o tirante poco fa menzionato, si rende altresì bastevole per porte di maggiore ampiezza.

§. 73.

Onde garantire le porte da ogni dissesto della loro forma è d' uopo rinforzarle in convenienti punti con ritegni di ferro. Bisogna che tale fortificazione abbia luogo specialmente negli angoli. Hanno questi nella faccia anteriore e posteriore della porta delle forti leghe a squadra di ferro (fig. 86 e 87), che sono in parte incassate nella grossezza del legno. Solamente l' angolo superiore del ritto cardinale fa qui luogo a una eccezione, mentre vi tiene un' allacciatura, la quale da una faccia all' altra della porta gira senza interruzione intorno al ritto. Essa contribuisce ad impedire che il cimazio venga ad abbassarsi, ed a fare il benchè minimo movimento per tirarsi fuori degl' incastri, per mezzo dei quali trovasi assicurato nel cardinale stesso. Tutte queste legature sono fermate con bolzoni a vite di ferro, che giungono a penetrare tutta la grossezza del legno.

§. 74.

Una grande importanza è riposta nella piletta, nel pollice e nell' anello, sopra i quali e ne' quali succede la rotazione del ritto cardinale. In questo immediatamente sotto il cimazio viene tagliato un collo rotondo, che si avvolge in un robusto anello infisso nel muro di fianco. Giova molto, onde facilitare il movimento, di cingere questo collo con una vera di ferro o altro metallo squisitamente lavorata col tornio, e tagliata in due parti eguali, per potere in tal modo assicurarla a vite nella colonna. L' anello, fig. 90, entro il quale si muove, è nella parete interna con pari finezza lavorato a tornio e porta esternamente due orecchioni *a a*, ne' quali si fanno passare delle robuste chiavi di ferro internate e tenute ben ferme nel massiccio del muro con bolzoni di ferro impiombati. (Queste chiavi sono rappresentate nella fig. 76 con linee punteggiate in *x*.) Il suddetto anello deve non solamente poter essere

svincolato dalle chiavi, ma eziandio avvolto al collo del cardinale e dal medesimo levato. Egli quindi può venire aperto a mezzo di una robusta articolazione, e dall' opposta parte forato per inserirvi una vite.

§. 75.

Il prefato collare genera per altro, in grazia della sua considerabile circonferenza, un attrito non tanto indifferente. È quindi più confacente di mettere in luogo del collare un pernio esattamente tirato col tornio, il quale si volga intorno ad un cardine. Il ritto cardinale viene quindi superiormente tagliato a mezzo, per cui la porzione di esso soprastante al cimazio non ritiene se non che la metà della sua grossezza. La fig. 89 *A* rappresenta questa parte unitamente al pollice in essa assicurato. Per il cardine e per la maniera d' infiggerlo nei muri io propongo il metodo seguente. Una piastra di ghisa grossa 2 sino a 2 pollici e mezzo (met. 0,05 a 0,06) della forma rappresentata nella fig. 88 *A* o *B* viene co' suoi piedi di ferro fuso insinuata ed impiombata nel muro laterale. Nella stessa si colloca la piastra *a b*, e vi si tiene ben ferma con tre viti di robusta fattura. Questa tiene nell' estremità anteriore l'apertura entro cui il pollice si aggira. Non c' è per conseguenza bisogno che dello svitamento di quelle tre viti per distaccare la porta quando in qualche occorrenza debba essere levata. La fig. 88 *A* rappresenta la piastra che contiene il cardine insieme alla piastra inferiore, invitate insieme dall' alto, e la fig. 88 *B* mostra lo spaccato longitudinale di entrambe queste piastre.

§. 76.

Nell' estremo inferiore muovesi il cardinale con una piletta sopra un police che dentro vi combacia. Quest' ultimo poi non deve, come in simili casi suol avvenire, essere attaccato al ritto, e la piletta saldata nella platea, ma precisamente il contrario, questa

nel ritto, e quello sul fondo della conca, poichè solamente con questa disposizione si giugne a impedire che nella piletta venga a depositarsi della sabbia, e che vi produrrebbe un notabilissimo attrito, e a poco a poco il consumo benanco della piletta medesima. Questa si appronta di ferro fuso, ed ha esternamente la forma di un piede destinato pel ritto cardinale. Anche il police sopra cui la piletta si aggira, e la piastra alla quale egli soprastà, sono parimenti di ferro fuso, e formano un solo pezzo. La fig. 89 *B* ci offre lo spaccato della piletta col rispettivo police. Sono ambidue gettati in forme di ghisa, d' onde vien loro conferita una durezza che può essere paragonata all' acciaio.

§. 77.

Essendo il ritto cardinale tagliato a semicircolo, perchè possa nel girare mantenersi sempre a contatto del muro di fianco, deve questo avere corrispondentemente un incavo rotondato col medesimo raggio, ed a perfetto appiombo rispetto al piano della platea. Per questa situazione della conca debbono essere scelte le pietre più voluminose e meglio esenti da imperfezioni, e tagliate colla massima accuratezza.

§. 78.

È ovvio a scorgersi che il ritto cardinale, qualora col suo fianco rotondo trovisi a perfetto contatto col muro o pilastro laterale, durante la sua rotazione deve incontrare della resistenza per causa d' un considerevole attrito. All' oggetto di evitare siffatto incommodo, la sua unione con l' anello superiore, col police e con la piletta succede in modo, che trovasi a perfetto contatto col muro di fianco solamente sintantochè la porta rimane chiusa, ma si scosta immediatamente dal medesimo subitochè la porta stessa incomincia a dischiudersi. Ciò si effettua con un mezzo affatto semplice, tenendo cioè il centro della piletta e del collare fuori del

centro del rotondamento. A questo fine si opera nella maniera che segue:

Per il centro *c* (fig. 91), donde è segnata la rotondità del ritto cardinale, si tiri la linea *a b* parallela alle faccie della porta, e la linea *a′ d* parallela alla fronte della nicchia della porta quando si voglia immaginarsi la porta aperta, oppure si conduce sulla superficie del ritto la linea *a′ d* tale che l' angolo *b c d* risulti eguale all' angolo di cui si sposta la porta nella sua rotazione dalla capriata sino alla nicchia, cioè a dire dall' essere aperta all' essere chiusa; si divide l' arco *a d* in due parti eguali in *e*, e si stabilisce l' asse del cardinale sopra la retta tirata del centro *c* al punto *e* di 3 o 4 linee distante da *c* in *c′*, cosicchè mentre il ritto si muove intorno a questo novello suo centro, il primo centro *c* girerà intorno di esso verso *c″*, ed in questo cammino si discosterà dalla rotondità del muro laterale, e con esso si scosteranno di necessità anche i punti estremi de' suoi raggi, i quali fra *a* e *d*, quando la porta è chiusa, toccano appunto la parete del muro. In questa maniera si sopprime ogni attrito tra il ritto cardinale ed il muro. Egli è per sè stesso evidente che nel mentre si viene ad inserire con tanta esattezza la piletta nel cardinale, che il di lei asse si trovi situato in corrispondenza del punto *c′*, anche il collo del ritto vuol essere preparato in guisa che il suo centro cada per appunto in *c′*, e che il police ancora, sopra cui la colonna si muove colla sua piletta, venga col suo mezzo a giacere precisamente sotto il punto medesimo.

§. 79.

Resta ora che si faccia menzione anche dei congegni inservienti all' aprimento delle valvole o portelli che si applicano alle porte dei sostegni. Nelle minori chiuse, ove non sogliono avere una grandezza notabile, ed ove non sono punto premute da una vasta colonna d' acqua, le valvole non hanno bisogno che di una

discretissima forza per essere alzate. Ciò quindi ha luogo per mezzo di una semplice leva, il cui fulcro giace sopra un piccolo stante fermato sul cimazio. Deprimendo la leva in uno de' suoi capi si solleva la valvola che trovasi all' altro capo di essa attaccata coll' intermezzo di un' asta ferrea e una cerniera. Valvole più ampie abbisognano poi di un mezzo di alzamento più composto perchè sia anche più efficace. Può questo consistere in una stanga ferrea dentata ad esse connessa, e che viene recata in alto in virtù di un meccanismo a ruote avente la struttura degli ordinarii martinetti o verricelli da alzare i carri. A una manovella pertanto è fermato un rocchetto, il quale fa girare una ruota dentata, nel cui asse è inserto un secondo rocchetto che ingrana nei denti della stanga, e la innalza. Questa macchina è stabilita sopra il cimazio coll' interposizione di due bastoni di ferro all' insù convergenti, fig. 87, oppure sopra il vette, col quale si apre la porta, fig. 86 *A*.

§. 80.

Viene ora a proposito di menzionare due circostanze, le quali influiscono a difficoltare l' aprimento delle chiuse, ed i mezzi che furono posti in opera per affrontare la efficacia delle medesime. Il peso, con cui la porta tende ad inchinarsi verso il ritto battente, spinge con molta forza il collo del cardinale contro l' anello, nel quale esso si volge, e vi genera un forte attrito che rende ben malagevole l' aprimento. Movendosi il battente sopra una rotella, come di sopra si è detto al §. 72, resta quell' attrito in buona parte soppresso. Un altro mezzo a tal fine efficacissimo per il caso che venga la porta mossa da una leva orizzontale, come nelle figure 76, 77, 78 e 86, è quello di applicare al capo di questa sporgente entro terra un contrappeso *k*, che regge l' equilibrio col peso stesso della porta. Tal contrappeso è anche raccomandabile per il motivo che viene a impedire il sedimento della porta, che,

ad onta del più accurato lavoraggio della medesima, suole però talvolta aver luogo.

§. 81.

Presso una forte pressione idrostatica le superficie a sghembo dei ritti battenti, vengono tal fiata così compresse una contro l' altra, che quando si vogliono aprire le porte, si ha poi bisogno di una potenza esorbitante. A siffatto incomodo si è cercato di ovviare colla diminuzione delle superficie di contatto, e si è data ai ritti la forma delineata nella fig. 92 *A*, ed invero con l' esito che se ne aspettava. Ma l' angolo che resta aperto in *a* producendo manifestamente uno sconcio, io vorrei piuttosto ottenere l' intento mediante il picciolo incavo visibile in *B* fig. 92, con che il ritto battente conserva l' ordinaria sua forma, e l' incavo il quale in grazia della piccola scala è qui rappresentato più ampio di quello che è necessario, non è punto visibile a porte chiuse.

§. 82.

Si fabbricano anche, o piuttosto si sono fabbricati sostegni per intiero di legname, ma senza che io lo avverta, ben si vede quanto poco durevole deve riuscire una conca di tale struttura, e quanto deve essa deteriorarsi nelle sue parti più essenziali in causa della contaminazione, a cui va soggetto il legname nell' acqua. Esse divengono perciò in un breve lasso di anni precisamente più costose di una conca stessa di muro. Quindi di recente costruzione non se ne incontrano più in verun luogo, salvo che forse in Inghilterra, lungo i canali aperti da speculazioni commerciali, in cui troppo spesso un momentaneo risparmio di spesa è stato anteposto alla convenienza e alla durata; e dove alcuni ancora sussistono di tali edificii, si cerca a poco a poco di surrogarli con altri di sasso. Chi bramasse di conoscere la loro costruzione, può consultare l' Idraulica di Silberschlag, e l' Enciclopedia dell' ar-

chitettura di Stiglitz. Io reputo affatto superfluo di aggiungerne qui la descrizione.

§. 83.

Vi hanno altresì sostegni accoppiati ossia accollati, ne' quali i portoni della conca superiore sono in pari tempo le portine della conca inferiore. Il canal di Briare in Francia presenta un sostegno settuplo di questo genere, cioè risultante dall' accolamento di sette conche, disposte una di seguito all' altra. Tale successione di sostegni accollati suole anche chiamarsi una cascata di sostegni. Si concepisce facilmente che tale caduta in un canale bensì, ma giammai o certamente assai rare volte accade che si presenti nell' atto di rendere navigabile un fiume. Si dovrebbero circuire con sostegni le grandi cascate dei fiumi, come per esempio la cascata del Reno, e là pure potrebbero non rendersi indispensabili i sostegni accollati.

§. 84.

Furono eziandio costruite delle conche, nelle quali la struttura murale o di legname venne limitata al capo ed al piede del manufatto, tenendo il cratere fiancheggiato da argini di terra. Il più spazioso ambiente di tali conche richiede molt' acqua, e perciò appunto molto tempo ancora per attuare il passaggio delle barche. Oltre ciò non hanno esse durata, e se ne reputa in conseguenza poco commendevole l' uso.

§. 85.

I diversi cambiamenti che sono stati intrapresi nella fabbrica delle conche, e delle singole loro parti, e i diversi sistemi, in parte molto ingegnosi, delle medesime secondo che i varii particolari fini li rendevano necessarii, ovvero la perspicacia e il genio inventivo de' loro architetti gli occasionavano, sono tanti e di tante

specie, che fornirebbero ampia materia di discorso, quand' anche non si volesse che menzionarli di volo. Debbo pertanto accontentarmi di avere indicato il più essenziale relativamente alla costruzione dei sostegni, in quanto servono allo scopo di rendere navigabili i fiumi. Chi avesse desiderio di apprendere con maggiore estensione questo genere di manufatti, ne può rinvenire un ragguaglio assai particolareggiato nelle Istruzioni pratiche di architettura idraulica di Gilly ed Eitelwein; nell' Idraulica teorico-pratica di Wiebeking e nelle numerose descrizioni de' canali francesi, che da alcuni anni sono in Francia comparse. Anche Schulz ne' suoi supplementi d' idraulica ha comunicate pregevoli notizie su tale proposito.

SEZIONE UNDECIMA

DELLA COSTRUZIONE DEGLI ARGINI

I.

Degli argini in generale

§. 1.

Gli argini o dighe sono ripari che si alzano per esimere dalle allagazioni derivanti dai traboccamenti de' fiumi o del mare i territorii che possono per tale causa andare sommersi nell' acqua.

§. 2.

L' arte di costruire gli argini e le dighe sembra esser nata dapprima sulle basse spiagge marittime e sui fiumi della Germania settentrionale e dell' Olanda. Senza contrasto venne quest' arte molto in grande praticata in Olanda, paese, che è stato anzi rapito al mare per via di essa, e prodotto si può dire dalla mano dell' uomo, e la conservazione del quale in massima parte dipende dalla cura appunto di mantener le sue dighe (1).

(1) Questa circostanza diede motivo ad ammettere in Germania parecchi vocaboli d' arte di origine olandese, ma il nostro linguaggio rimane estraneo a siffatta influenza, e perciò si ommettono a bella posta le corrispondenti riflessioni del Testo. *(Nota del Traduttore).*

§. 3.

Gli argini si dividono in due principali classi, secondo che vengono innalzati o sui lidi del mare, o lungo le sponde dei fiumi. Nel primo caso prendono il nome di *dighe*, nel secondo serbano quello di *argini*. A norma dello scopo che mi sono prefisso, gli ultimi soltanto possono formare un oggetto di speciale trattazione in questo libro. Del resto, tutto ciò che vale per gli argini è altresì applicabile alle dighe. Soltanto la maggiore impetuosità delle onde marine, il flusso e il riflusso, e l' efficacia dell' acqua salsa, che annienta quasi ogni vegetazione, rendono necessarie per le dighe di mare alcune addizioni alle regole concernenti l' erezione degli argini fluviali.

Questi vanno poi divisi in altre due specie : in *argini maestri* cioè, e in *argini estivi*. L' oggetto dei primi, si è quello di preservare il paese dalle massime escrescenze, i secondi servono unicamente a riparare dalle ordinarie piene di estate, mentre le più alte piene e le irruzioni de' ghiacci possono ben sormontarli. Il grado di pregiudizio che le più alte fiumane possono arrecare al paese aggiacente; la loro durata, e la circostanza se possono sopravvenire anche nel tempo in cui le campagne laterali trovansi coperte di messi, tutto ciò deve decidere se si debbano costruire argini maestri, ovvero se bastino semplici argini estivi. Del rimanente i maestri, ove non si abbia riguardo alle maggiori spese che esigono, sono da preferirsi quasi sempre agli estivi. Perciò anche questi ultimi in alcuni paesi sono stati a poco a poco convertiti in argini maestri. Veramente l' utilità del limo, che gli allagamenti ordinariamente depongono sulla superficie dei terreni, vale spesse volte a raccomandare la scelta degli argini estivi. Ma cotale vantaggio potrebbe in alcuni luoghi essere benanco conseguito per mezzo di argini maestri, qualora l' inondazione avvenga in una stagione, nella quale non possa apportare alcun danno alle cam-

pagne, e si aprano in pari tempo le chiaviche, mercè le quali si può a volontà profittare delle acque torbide di piena.

§. 4.

Un argine parte per artificiali, parte per naturali alterazioni del letto del fiume, può divenire insufficiente, cosicchè nasca il bisogno di costruire uno da nuovo rimpetto al medesimo. Se questo rimane alle spalle di quello, il che spesso conviene nella vista di salvare dall' inondazione, qualora il nuovo argine venisse rotto, almeno i terreni che vi giacciono addietro, ottiene allora il nome alquanto singolare d' *argine dormiente.*

§. 5.

Gli argini che vengono piantati alle spalle del maestro, all' oggetto, se questo fosse mai per avventura squarciato, di circoscrivere ad un più angusto spazio il distretto soggetto all' inondazione, od anche di circondare particolarmente dei singoli villaggi o possedimenti, sono denominati *argini traversagni.*

§. 6.

Non di rado s' incontrano degli argini che giacciono davanti all' argine maestro, e da questo all' ingiù si protraggono inverso il fiume. Questi hanno il nome di *argini di ala,* e sono comunemente reliquie di antichi argini, che, nel ritirarsi di questi, rimasero in piedi nella qualità di tronchi, e la cui permanenza può essere talvolta conosciuta opportuna, eccettuato per altro il caso di una regolar costruzione di argini, ove non possono mai sotto alcun titolo presentarsi.

§. 7.

Le quante volte viene in campo il progetto di una arginazione, è sempre bene di riflettere in precedenza se e quando deva essa

andare intrapresa. Mentre se viene eseguita allorchè il terreno soggetto alle inondazioni non è peranco costituito a quell' altezza che lo esenti dall' essere palude, e dal diventarlo in causa dell'arginazione medesima, ovvero prima che si trovi bastantemente rialzato dai sedimenti delle torbide, allora il distretto separato dal fiume rimane o diviene molto umido e paludoso. In tali casi adunque si deve o tralasciare affatto l' arginazione, oppure non essere solleciti di mandarla ad effetto. Una eccezione a questa regola vuole esser fatta, qualora un piccolo spazio depresso trovisi con uno più vasto, idoneo all' arginazione, in tal modo congiunto, che questo senza quello non possa venire circuito da argini, ovvero quando per correzioni di fiume o rettificazioni convenga interrompere ed aprire delle arginature di già esistenti, e non si possa quindi nuovamente serrarle, che attraversando l'alveo abbandonato con argini, e separandolo del fiume. La bonificazione del medesimo mercè le alluvioni del fiume rimane allora impedita. A tale inconveniente però si mette riparo con la confacente applicazione di chiaviche, per mezzo delle quali si fa scorrere a piacimento l' acqua del fiume pregna di materie terree e lutulente negli spazii che hanno bisogno di essere colmati, e precisamente fino a quel segno che si trova opportuno, per alzarli con tal mezzo a poco a poco, quand' anche ciò non possa aver luogo se non che lentamente. Egli è qui pienamente applicabile il sistema di asciugamento per colmate, intorno al quale mi riservo di dare nella susseguente sezione particolari ragguagli.

§. 8.

I letti di fiume lasciati addietro da un taglio possono spessissimo in grazia appunto della loro bassa giacitura rendersi utili, e in modo che sia necessario d' impedire il loro alzamento ed imbonimento, in cambio di avere a promuoverlo. Infatti le chiaviche hanno per officio di condurre traverso agli argini le acque di

piccioli rivi, dovendo, finchè dura la piena, rimanere ben chiuse, tengono indietro una massa fluida che può accumularsi e salire a una pregiudicievole altezza. All' oggetto di scansare cotesto disordine, possono quelle basse e profonde località essere di essenziale giovamento, mentre servono a ricettare l' acqua arrestata nel suo sbocco, e il fiume per solito, prima che siano quelle riempite al segno da traboccare, incomincia di bel nuovo a calare, e permette quindi la riapertura delle chiaviche, avanti che le acque laterali vadano spaliando sopra le adiacenti campagne.

II.

Della direzione delle linee degli argini, e della loro scambievole distanza.

§. 9.

Per un perfezionato sistema di argini occorre anzi tutto che il fiume si trovi stabilito in un regolare andamento e non bisognevole di alcuna correzione. Ma queste felici condizioni locali non sogliono sempre presentarsi, e allora poi non è tampoco possibile un *regolare arginamento*, ma si deve accomodarsi alle circostanze, e fare che l' *irregolare arginamento* che ne risulta si vada il più che sia possibile accostando ad uno regolare. Noi prenderemo primieramente questo punto a soggetto del nostro ragionamento.

§. 10.

Se il fiume possiede un corso regolare senza pregiudicievoli svolte e piegamenti, per fissare la direzione degli argini che lo circoscrivano, occorre soltanto tracciarli da ambe le parti con due file di pali parallele all' andamento del fiume, e non rimane altro che rintracciare a quale distanza uno dall' altro esser debbano lungo le due ripe innalzati.

§. 11.

Siffatto oggetto sembra essere stato finora, tanto nella parte pratica, quanto nella teorica considerato con assai minore attenzione, di quella che merita infatti a cagione della sua importanza. Il maggior numero degli scrittori idraulici si accontentano di addurre semplicemente un rapporto approssimativo fra la distanza degli argini dalla ripa, vale a dire la larghezza della golena, e fra la larghezza del fiume. Allorquando si tratta di difendere unicamente i paesi dalle allagazioni, possono questi dati bastare, e si procederà con sufficiente sicurezza qualora si vada soltanto guardinghi dallo stabilire distanze troppo picciole, per non dare in conseguenza motivo a rigurgiti, a replezioni di ghiaccio ed a scoscendimenti di argini. Ma se coll' inarginamento non si vuole raggiungere altro scopo che quello di impedire i traboccamenti, tale scopo è nella maggior parte dei casi certamente troppo prefinito, stante che si deve cercare per mezzo degli argini di ridurre il fiume stesso a una condizione in ogni rapporto buona ed innocua, e d' impedire specialmente l' interrimento del suo letto; e qualora codesto interrimento avesse gia fatto qualche progresso, di attivare la competente escavazione del fiume.

§. 12.

Abbiamo veduto (Sez. I, §§. 22 e 29) che cosa sia normale larghezza, e normal sezione di un fiume. Perchè non si deve cercar di trovare altresì la normale larghezza e la sezione normale del fiume quando è salito al più alto segno di piena, e come si potrà non trovarle, allorchè si tratta di chiudere il fiume fra sponde artificiali, fra argini? Si rilevi adunque in siti più ristretti del fiume all' uopo adattati, la di lui sezione pel tempo delle più alte escrescenze, o la si determini con la scorta delle massime piene già segnate, e si misuri, oppure si calcoli la velocità per trovare

la massa d' acqua che si scarica in un secondo, ripetasi questa medesima indagine ne' rivi e fiumi confluenti, e allora per ogni punto del fiume dalla trovata massima quantità d' acqua che vi passa, dalla pendenza e dalla velocità che ne deriva, non sarà guari difficile di rinvenire la occorrente sezione del fiume, vale a dire l' altezza degli argini, e la loro vicendevole distanza. Cotesta sezione costituisce allora il profilo trasversale di un alveo destinato a contenere le piene, le sponde del quale saranno formate dall' interne scarpe degli argini, e il fondo dall' ordinario letto del fiume e dalle golene giacenti fra esso e l' unghia interiore degli argini.

Questa normale larghezza del fiume gonfio è stata finora anche molto più della ordinaria larghezza normale tenuta in non cale, ed anche al presente non le viene per lo più accordata una qual certa considerazione, quantunque il riguardo della prima non sia niente meno importante per la costruzione degli argini, che quello dell' altra per l' architettura dei fiumi in generale.

§. 13.

Se questa preliminare misura non si scorge che troppo di sovente negletta nelle nuove arginazioni, non deve fare stupore di trovarla affatto assente nelle più antiche arginature. Quest' ultime furono a grado a grado innalzate dalle singole comunità che abitavano presso le sponde dei fiumi, al fine di esimere le loro proprietà dalle inondazioni, senza riguardo alcuno alle qualità particolari dei fiumi, e quando i varii tronchi giunsero gradatamente a legarsi insieme, dovettero formare un tutto mancante affatto di sistema, e la cui correzione venne trasandata, parte in grazia delle enormi spese che avrebbe costato, parte perchè mancava il convincimento della sua necessità, parte in causa delle difficoltà che provenivano dallo stato ancora imperfetto ed irregolare dei fiumi arginati. Coteste arginazioni poi non possono impedire l' alzamento del letto dei fiumi, e servono anzi in quella

vece a promuoverlo. Perciò anche l' Olanda trovasi minacciata da pericoli gravissimi, sempre crescenti, e ora tali che forse più non si possono allontanare. In eguali circostanze si trovano le contrade sul Po nell' Italia settentrionale. Io credo di poter presumere che una correzione delle arginature nei summominati paesi conseguibile mercè lo stabilimento della normale larghezza del fiume gonfio contenuto da argini in unione ad una regolatissima corrente, e col dovuto riguardo all' aumento di velocità proveniente da siffatta migliorazione del corso ed alla più copiosa massa d' acqua, che ora sopravviene nello stesso intervallo di tempo, sarebbe il più adattato, e forse l' unico mezzo di rimuovere quei pericoli, almeno in gran parte, quand' anche dovessero inoltre andare qua e là impiegati degli altri mezzi ausiliarii per immediata escavazione, dove la sola correzione del corso e del sistema arginale, non fosse più per bastare.

§. 14.

Naturalmente non sempre si è in istato d' intraprendere degli arginamenti pienamente regolari, mentre questi pressuppongono un corso scevro da ogni difetto, che rare volte si trova già stabilito, e che non sempre può essere prodotto avanti appunto che venga intrapresa un' arginazione. In questo caso senza badare alla correzione dell' alveo, si deve limitarsi all' unico intento di sottrarre alle inondazioni del fiume gli adiacenti terreni. Soltanto si vada allora guardinghi che per soverchia ristrettezza dello spazio frapposto agli argini, ovvero per angoli rientranti e salienti che potessero risultare nell' andamento di essi, non vengano poi a formarsi rigurgiti, replezioni di ghiaccio, e corrosioni o rotture. Ma tali disordini non possono mai essere totalmente antivenuti, in quanto che sogliono anche procedere dalle irregolarità del corso, e dalle isole e dai renai che gli argini non sono valevoli ad

allontanare, e la cui formazione non può essere tampoco dagli argini stessi impedita.

§. 15.

Prima di andare innanzi devo premettere alcune spiegazioni. Quando l' argine presso una sponda tortuosa giace in modo che il filone del fiume in piena diverga dalla direzione di esso, prende allora il nome d' argine *soprastante*.

La linea arginale *i m* nella fig. 94 giace per appunto in quella direzione che dicesi soprastante. Se all' opposto il filone delle piene viene a battere contro di essa, la sua giacitura è detta allora *soggiacente*, e tale è il caso della linea arginale *l m*. La terza e più favorevole giacitura degli argini è la *laterale*, quella cioè che è e resta parallela al filone, locchè non può aver luogo che in una corrente retta, o almeno pressochè retta.

§. 16.

Facilmente si comprende che i distretti, i quali giacciono in grandi e rapide svolte, non possono andare fiancheggiati da argini laterali ossia paralleli all' andamento del fiume, atteso che verrebbero questi a formare un canale eccessivamente tortuoso per la corrente alta, e promotore di ostruzioni ghiacciali, ed in cui gli argini concavi soggiacienti non potrebbero presentare al fiume bastevole resistenza, e dovrebbero alla fine essere squarciati. S' incontrano pur troppo in tutti i fiumi arginati viziose località di questo genere (effetto del procedimento senza sistema superiormente notato), nelle quali nascono pure le più frequenti e le più dannose rotte degli argini. In tali siti si debbono condurre gli argini lungo la gola ovvero lungo la corda delle svolte, e lasciare in preda alle inondazioni tutto lo spazio che esse circondano. L' esempio che seguita servirà ad illustrare questo argomento.

§. 17.

Un fiume (fig. 94) debba essere circoscritto fra argini disposti in direzione parallela alle sue ripe, e a certe date distanze. Tali argini chiuderebbono nella risvolta lo spazio *A*. È facile a vedersi che l' argine soggiacente nella direzione da *h* verso *n*, può a mala pena o niente affatto, resistere all' assalto del fiume, e che con un grande perimetro chiuderebbero soltanto uno spazio assai piccolo, il cui valore pecuniario non verrebbe spesso ad essere nemmeno uguale al dispendio occasionato da codesti argini che lo devono spalleggiare. Egli è quindi per più di una ragione necessario di accorciare l' argine e di sottrarlo al pericoloso investimento della corrente. Secondo quale direzione vuol esser pertanto costruito l' argine? Nell' esempio qui appresso indicato si vedrà chiara la maniera di procedere in simili casi.

§. 18.

L' argine può esser condotto o sopra la gola della svolta, secondando la linea che si tira diritta da *d* a *b*, ossia dal principio al termine della svolta, ovvero, qualora in causa di questa disposizione dell' argine, venisse a star fuori di esso uno spazio troppo grande, il quale andar potesse difeso da una arginatura tuttavia resistente inverso il fiume, si può farla camminare innanzi a quel rettilineo con un andamento arcuato, il quale si determina nel modo che segue. Si traccino dapprima le direzioni arcuate *r h* ed *s i* al principio e al termine della svolta parallelamente all' andamento del fiume, e a queste si conducano le due tangenti *c b* e *c d;* dai punti di contatto ossia tangenziali *h* ed *i* si alzino le perpendicolari *h e* ed *i e*, e dal punto della loro intersezione come centro si conduca l' arco circolare *i a h*, il quale disegnerà la linea arginale. In tal modo il distretto che non può essere cinto da argini senza mettere a repentaglio la stabilità degli argini stessi, cade allora

fuori della linea di arginazione. Ora ben si vede che la distanza della quale l' argine curvilineo può divergere dalla corda *d b* nel serpentino resta vincolata alla direzione delle due tangenti *b c* e *c d* e all' apertura dell' angolo in *c*, e dipende qui dalla sagacia dell' architetto, quanto lungi, a seconda della forza e della velocità del fiume, può essere avanzato quest' arco entro la svolta, senza trovarsi esposto di venire intaccato e distrutto. Intorno a che naturalmente non puossi prescrivere alcuna regola, dovendo qui abbandonarsi la scelta del migliore andamento dell' argine all' esperienza e al pratico talento dell' ingegnere.

Se la svolta è riserbata in avvenire all' operazione di un taglio, sarà in ogni caso più confacente di condurre l' argine lungo l' andamento rettilineo *d b*, vale a dire parallelamente al futuro corso diritto del fiume, onde all' occasione della futura rettificazione non essere costretti ad erigere un nuovo argine ed abbattere il vecchio.

§. 19.

Se la linea degli argini non può senza interruzioni percorrere una direzione rettilinea, ma deve ripiegarsi con tortuoso andamento, od essere alternativamente composta di tratti diritti e curvilinei, le rette debbono sempre essere tangenziali alle curve, e le curve stesse vogliono essere tra loro congiunte in modo, che ai punti di unione abbiano sempre una tangente comune. Si otterrà questo intento tracciando lungo le svolte del fiume delle tangenti, innalzando sul loro mezzo delle perpendicolari, e fissando i centri di due archi destinati a venire a contatto sempre sulla stessa perpendicolare, come si ebbe già l' occasione d' insegnare nella Sez. VIII, §. 56, fig. 19, e come effettivamente si dimostra nella fig. 94, mentre i centri *f* e *g* degli archi *h r*, *h i* ed *i s* cadono sulle medesime rette *f e* e *g l*, e questi archi nei loro punti di contatto *h* ed *i* hanno le comuni tangenti *b c* e *c d*.

§. 20.

Dinanzi agli argini fra il loro piede e le sponde è sempre interposto uno spazio, al quale dassi il nome di *golena*. È questo una conseguenza della vicendevole distanza a cui debbono trovarsi gli argini, la quale deve essere più grande della normal larghezza del fiume in istato di piena. Oltre l' inesauribile vantaggio che offre la golena nel lasciar prendere in essa la terra che occorre pegli argini, e che il fiume a poco a poco torna a rimettere, qualora venga levata nelle giuste proporzioni e misure, si rende la medesima indispensabile per la sicurezza degli argini, mentre se questi giacessero immediatamente alle ripe, ad ogni guasto di queste correrebbero rischio di rovesciarsi nel fiume, dal che poi non potrebbero venire preservati che col mezzo di molto dispendiose armature frontali. Ma non sempre è dato di poter evitare siffatta pericolosa giacitura degli argini, i quali in tal caso vengono distinti con l' aggiunto di *froldi*. Così pure si chiamano in alcuni paesi quegli argini, nella scarpa dei quali la corrente abbia già impresse delle solcature, quantunque possano queste con miglior convenienza denominarsi *argini intaccati*. Se una qualche rottura di sponda riduce un argine alla condizione di froldo, non si può mai essere abbastanza solleciti a premunire la sponda dall' ulteriore danneggiamento con rivestimenti o ripari, e di salvare con questo mezzo appunto l' arginatura, Gli argini muniti di golena sono altresì conosciuti sotto il nome d' *argini di golena*.

§. 21.

Accade talvolta che si debba alzare un argine al ciglio della sponda essendo questa irregolarmente tortuosa, e che appunto per tal motivo non si possa condurlo parallelo all' andamento della corrente, senza dargli una così sregolata direzione, ovvero quando in generale le condizioni locali non acconsentono che sia esso tenuto

alla competente distanza dalla sponda. In tale circostanza vuol essere guarentito dalle corrosioni con adattati rivestimenti, o per via di ripari. Nel maggior numero dei casi si ravvisano gli ultimi come il più confacente rimedio, in quanto che si giugne con essi a procacciare alla ripa una direzione migliore, e si mette la base per una futura golena dell' argine. I ripari da impiegarsi a tal fine non vanno per conseguenza trattati nella semlipce qualità di difesa, ma per lo più in quella eziandio di ripari da presa, e se lo scopo divisato tende a corrodere o ad abbattere l' opposta sponda, ovvero a sfrattare dall' alveo le isole e i renai che vi giacciono in mezzo, sono allora da trattarsi quai ripari di spinta o repellenti. Qui si vuol sempre, per quanto le circostanze il concedono, avere in vista la produzione di un corso possibilmente regolare, e, nell' atto che si progetta la linea arginale, disegnare al tempo stesso sul piano l' andamento delle future sponde, onde nell' avvenire almeno non trovarsi impediti dagli argini di guidare il fiume secondo un più regolato sistema, ove ciò non possa aver luogo in pari tempo che si erigono gli argini.

§. 22.

Un ostacolo al condurre l' argine secondo la più confacente direzione si viene ad incontrare nei fondi composti di torba, poichè il corpo dell' argine è soggetto in essi a calare troppo profondamente, e, in grazia della vigorosa pressione che esercitano le piene a ridosso delle arginature, può l' acqua farsi strada framezzo ai sottoposti strati di torba, sicchè la campagne laterali non rimangono pienamente sicure dal pericolo di venire allagate. Ove lo strato di torba sia spinto a tale profondità che non si possa abbastanza rimediarvi mercè lo spediente che più sotto, al §. 39, ci faremo a descrivere, è ben necessario di scansarlo, assegnando all' argine una diversa direzione, il che non può naturalmente succedere senza dannoso turbamento del perfetto sistema arginale, e

quindi bisogna a norma della possibilità cercare di evitarlo. Quando poi l' alto fondo di torba sia tanto dilatato che non riesca possibile di uscire dai confini di esso, allora o fa d'uopo rinunziare all' arginazione, ovvero non arrestarsi, senza riguardo alle spese, dal rialzare l' argine a misura che si abbassa, finchè abbia perfettamente compressa e costipata la propria base di torba, e sia con ciò rimossa ogni cagione di ulteriori cedimenti.

§. 23.

I fiumi che hanno lo sbocco in un fiume reale, se questo è arginato, vengono rinchiusi fra argini almeno tanto all' insù, fin dove si estende il rigurgito prodotto dalle piene del recipiente. S' intende da sè che anche per queste arginazioni vale tutto ciò che in generale si è detto intorno agl' inarginamenti fluviali.

III.

Della sezione degli argini.

§. 24.

Se un argine non avesse da resistere che alla pressione dell' acqua che gli sta di fronte addossata, supposto che venga esso formato di terra buona e tenace, sarebbe bastantemente forte, ove la sua sezione avesse la forma di un triangolo isoscele, avente la base eguale a due volte l' altezza. Ma un argine fluviale deve contrastare ad altre forze ancora oltre alla suaccennata pressione, e concorrono eziandio diverse altre circostanze, che rendono necessaria una maggiore robustezza, e un' altra configurazione per la sezione di esso. Un argine cioè deve opporre resistenza anche alla frizione e all' urto della corrente, alla percossa dell' onde, e al ghiaccio, e deve rimanere inoltre abbastanza preponderante nel conflitto con queste potenze, quand' anche in causa di qualche

sconcerto fosse per trovarsi effettivamente indebolito; la sua scarpa deve avere una dolce pendenza affinchè vi si possa formare una densa cotenna erbosa, e si ha mestiere di allestire sulla sommità dell' argine uno spazio abbastanza largo per collocarvi sopra materiali e utensili, e intraprendervi i lavori che necessarii sono alla sua conservazione e difesa nei tempi pericolosi delle piene.

Io credo qui di sorpassare tutte le ricerche analitiche che sono state istituite intorno alla stabilità e alla figura degli argini, e di dovermi restringere ai risultamenti che da quelle ricerche, e più ancora dall' esperienza si sono ricavati.

§. 25.

Onde rendere intanto più semplice il discorso, gioverà la spiegazione di alcuni vocaboli, che sono anche generalmente usitati nel linguaggio della pratica. La suprema superficie dell' argine, sopra la quale si transita e si carreggia, è chiamata la *sommità dell' argine;* la superficie anteriore rivolta verso il fiume, si dice la *scarpa interna;* la posteriore opposta, la *scarpa esterna.* Se a tergo dell' argine trovasi addossato un qualche solido, il quale non arrivi affatto alla sommità di esso, e sul quale abbiasi l' agio di transitare e anche di carreggiare, un tal solido prende il nome di *banca,* e lo spazio intermedio all' argine e al fiume abbiamo già avvertito denominarsi la *golena.*

§. 26.

Ci occuperemo primieramente intorno alle dimensioni degli argini maestri. Essendo questi per lo più esposti agli assalimenti del fiume, e avendo bisogno nei tempi del pericolo di particolare vigilanza ed aiuto, debbono avere sulla sommità spazio quanto che basta per le manovre a tal uopo occorrenti, ed anche per i veicoli che vi portano materiali. È a questo oggetto necessaria una larghezza almeno di piedi 8 (met. 2,33). La sommità è conformata

ad arco di breve saetta, e i suoi cigli vengono rotondati. È molto confacente di darle al tempo stesso una lieve pendenza verso il fiume. Alla scarpa interna dell' argine si assegna una inclinazione tale, che la base di essa in buona terra argillosa si trovi con l' altezza nel rapporto di 5 : 2 per lo meno; in terra men buona o sabbioniccia tale rapporto sia di 3 : 1, e meglio ancora di 4 : 1, vale a dire che la base della scarpa sia rispettivamente $\frac{5}{2}$, 3 o 4 volte l' altezza. Se vengono fatte scarpe di sasso, delle quali parleremo più sotto, la proporzione tra la base e l' altezza deve essere sempre almeno come 3 : 2. Se il fondo sopra il quale va eretto l' argine è di natura arenosa, cosicchè non sia per promettere piena sicurezza contro la pressione dell' acqua, che può facilmente insinuarvisi e scaturire per traverso alle spalle dell' argine, sotto la futura base di questo si scavi una fossa larga da 5 a 6 piedi (met. 1,45 a 1,75) (*a* fig. 92), che va poscia tombata con buona terra da argine. Negli argini, che hanno più di 10 piedi (met. 2,92) in altezza, viene posteriormente addossata una banca *l*, la quale non deve giacere più di 10 piedi (met. 2,92) al di sotto del colmo o sommità dell' argine, e deve essere larga almeno 6 piedi (met. 1,75), salvo che non abbia dessa a servire pel transito dei carri a tergo dell' argine, nel qual caso aver deve la larghezza di questo, e vuole in ogni caso la di lei scarpa discendere colla stessa pendenza, che ha la posteriore scarpa dell' argine.

Si trovano invero degli argini, la scarpa anteriore dei quali di poco s' inclina verso il fiume, stando la base di questa alla sua altezza come 2, o solamente come 1 $\frac{1}{2}$: 1. Ma specialmente l' ultimo rapporto espone a qualche pericolo l' integrità dell' argine, ed è più cauto partito il preferire i rapporti di sopra citati, che sono eziandio raccomandati dai migliori scrittori che versano su tale materia, ed anche consigliati più forti dietro gl' insegnamenti appunto dell' infallibile maestra, l' esperienza.

§. 27.

La sommità degli argini maestri deve stare 1 piede e mezzo (met. 0,44), almeno sopra il pelo delle consuete escrescenze. Però non sempre basta l' osservanza di questa regola in quelle località ove comunemente accadono oppilazioni di ghiaccio. In causa di questo, può il fiume essere sospinto a una non previsibile altezza, e in tale emergenza si può rimanere delusi circa l' esito dei provvedimenti basati sulle anteriori esperienze. Si vede adunque quanto sia importante di abbinare la correzione del corso allo stabilimento delle arginature, per cui mezzo unicamente possono restare impedite le ostruzioni glaciali. Dove queste hanno luogo, gli argini più solidi e più eminenti non guarentiscono una perfetta sicurezza.

§. 28.

Accade talvolta di dover condurre degli argini sopra antichi alvei di fiume, ovvero sopra luoghi depressi, onde vengono quelli ad avere una considerabile altezza. La forte pressione idrostatica del fiume salito sino al livello della sommità dell' argine, produce qualche fiata alle sue spalle e nella metà inferiore di esso delle scaturigini, che sempre non è facile di arrestare, e che perciò divengono spesso pericolose. Qui debbo chiamare l' attenzione de' miei lettori sopra una osservazione, che venne comunicata durante il viaggio diplomatico in China di lord Macartney. Si vide cioè nell' imperial canale della China, là dov' esso venne lungo una bassura condotto sul dorso di un alto argine, si vide accanto al medesimo da ambi i lati un secondo argine più basso, e gli spazii intermediatamente racchiusi si trovarono empiti di acqua. Questa colonna d' acqua più bassa, la quale non poteva spiegare una vigorosa pressione contro gli argini esteriori, attesa la moderata loro elevazione, elideva in parte la pressione che l' acqua del

canale esercitava a ridosso de' suoi argini più eminenti, e siffatto espediente, qualora nella costruzioni di argini si presentasse un consimile caso, potrebbe taluna volta essere con vantaggio impiegato. Delle chiaviche confacentemente situate, e munite di saracinesche, possono servire all' empimento e allo scarico dei laterali canali.

§. 29.

Gli argini *traversagni*, poichè si trovano esposti a minori pericoli, ammettono bene una meno solida struttura, ed è sufficiente per essi una sommità che sia larga il più 6 piedi (met. 1,75), e una scarpa di 2 a 3 piedi da ambe le parti secondo la natura più o meno compatta del terreno, onde viene l' argine fabbricato.

§. 30.

Gli argini *estivi* sono destinati a riparare unicamente dalle mezzane escrescenze che sopravvengono durante l' estate, e si lasciano sormontare dalle maggiori, che hanno luogo in quelle stagioni soltanto, in cui non è pendente frutto di sorta sulle laterali campagne. Si dà al loro tergo una più dolce inclinazione affinchè non vengano ivi danneggiati dall' acqua che per quello si versa sugli adiacenti fondi. La base di questa scarpa esteriore deve stare alla sua altezza come 3 : 1, e in fondo leggiero e sciolto deve anzi questo rapporto protrarsi come 5 : 1. Nelle località, dove gli argini estivi a cagione della depressa lor sede riescono notabilmente più elevati che in altre, si alza la loro sommità onde risulti eminente sul più alto pelo del fiume, e l'acqua non possa tracimarla, perchè altrimenti scorrendo giù da quella considerabile altezza, potrebbe acquistare una impetuosità pericolosa all' argine nel piede della sua scarpa esteriore. Si suole dare adito all'espansioni dell' acqua solo in parziali punti, i quali si tengono per questo oggetto più bassi dei rimanenti, e si scelgono nelle più elevate

situazioni del piano, sul quale ha sede l' arginatura, affinchè l' acqua, che sopra vi cade, non abbia a discendere che da un' altezza minore. Queste particolari cascate e le scarpe loro vanno eseguite colla terra più dura e tenace che si rinviene nei circostanti fondi, e vanno accuratamente coperte con una impellicciatura di piote. In tal guisa si viene ad accorciare il lungo dell' argine che potrebbe essere dall' acqua traboccante danneggiato, e si può quindi impiegare maggiore accuratezza per la consistenza del residuale che si destina alle cadute, per le quali poi vogliono anche essere a tal fine prescelti quei siti ov' è da temersi assai poco il pericolo di rotte.

§. 31.

Sono stati inoltre proposti ed eseguiti degli argini aventi un profilo trasversale curvilineo, ai quali, perchè risultassero maggiormente stabili contro la percossa delle onde, si diede una scarpa discendente secondo curve di venire specie, per esempio secondo una parabola, e per ciò si ebbe ricorso alla matematica analisi. Nelle dighe marittime, le quali debbono contrastare agli alti flutti del mare in tempesta, è innegabile l' utilità di codesta figura, che non è per altro assolutamente necessaria. Negli argini fluviali non si ha mai bisogno di essa, riconoscendosi in questi sotto ogni riguardo più adattate e perfettamente corrispondenti le sezioni a contorni rettilinei, che sono anche le più semplici e di più facile esecuzione, e posso in conseguenza limitarmi a questo semplice cenno delle ricurve.

IV.

Della esecuzione degli argini.

§. 32.

La prima operazione che si affaccia nella esecuzione degli argini è il loro tracciamento. Si segna dapprima per mezzo di due file di pali la direzione e la larghezza della sommità, si nota in essi la di lei altezza e si demarcano poscia sulla superficie del suolo le linee ove giungono i lembi estremi o le unghie delle scarpe bilaterali dell' argine, facendole discendere col prestabilito declivio dai cigli della sommità alla futura base di esso. Si leva quindi fra queste due linee la crosta erbosa del suolo, giacchè altrimenti il corpo dell' argine non si unirebbe saldamente col fondo sul quale va esso a giacere, e la si mette in disparte per ogni avvenire buon uso. Se il fondo è cattivo e di qualità sabbioniccia, è ben fatto di portarlo via sino a quella discreta profondità ove s' incontra un fondo di più soda giacitura, e impiegare la materia escavata in ogni caso per la esterna scarpa, ovvero anche per la parte superiore dell' argine mescolandola con terreno di migliore qualità. Allorchè l' indole cattiva del suolo giunge a tale profondità, che la scavazione di esso cagionerebbe una troppo riflessibile spesa, si può accontentarsi di scavare un semplice fosso, e tombarlo con buona terra da argine, come già è stato suggerito al §. 26. I tronchi d' albero non possono rimanere sotto l' argine, e debbono andare totalmente sradicati e rimossi, onde quando s' immarciscono, non lascino dei luoghi deboli o benanco delle cavità, le quali possono dare causa a rotte di argine.

§. 33.

Tracciato in tal guisa l' argine, e predisposta la base si passa alla confezione dell' argine stesso, nel qual incontro l' oggetto di

maggiore accuratezza è riposto nella scelta di un buon materiale. Per dir vero, non sempre si ha largo campo da scegliere, poichè si deve prender la terra quale puossi averla nelle vicinanze. Terra palustre non è adoperabile perchè troppo leggiera. Leggiera sabbia viene portata via, e semplice argilla si consuma, si fende e si spacca tostochè viene a seccarsi. Se presso il luogo del lavoro si rinvengono entrambe queste specie di terra, mescolate assieme, correggeranno scambievolmente i proprii difetti. Una terra che tenga il mezzo fra le due predette è il più idoneo componente degli argini. Per buona sorte la terra che viene particolarmente dai fiumi più grandi depositata possede in buona parte siffatta proprietà, e la si trova d' ordinario alle sponde in quantità sufficiente. A norma della sua tenacità e scioltezza si determina l' inclinazione della scarpa, coll' ampiezza della quale si deve spesse volte supplire alla mancanza di buona terra da argine, come è stato detto al §. 26.

§. 34.

Non è punto indifferente il sito, dal quale vuol essere prelevata la terra per l' erezione dell' argine. Se si vuole scavarla alle spalle di esso, ne nascono delle cavità, che promuovono le scaturigini d' acqua in causa della pressione del fiume quando risale in piena, e talvolta dove esistono di queste cave, sorgono molti incomodi e paure, e non di rado le rotte stesse degli argini. Oltre ciò, il fiume non è più in caso di colmare codesti cavi, perchè ne resta separato dall' argine. Per tali motivi non si deve mai senza necessità escavare la terra di dietro all' argine, a meno che non sorgessero in vicinanza delle eminenze o colline, le quali possono senza pregiudizio alcuno venire tagliate. Vien presa pertanto dalla golena, lungo la quale si scavano a tale oggetto dei fossi regolari, tra i quali si lasciano sussistere intatte delle liste o zone di terreno aventi la larghezza di alcuni piedi, affinchè il fiume non gli unisca

in un grande fosso, e venga con ciò data causa alla distruzione della golena. Dalla profondità sino alla quale può essere spinto l' escavo, e dalla quantità di terra, che fa di bisogno per l'argine, è dato facilmente di stabilire il numero e la grandezza dei fossi. Il fiume straripante li va di nuovo riempiendo a grado a grado, e si può in qualche maniera sollecitare l' interrimento dei medesimi, mettendoli in diretta comunicazione col fiume mediante un cavo trasversale, il cui fondo si trovi allo stesso livello del fondo di essi, affinchè le acque torbide del fiume possano entrarvi più presto e più spesso, e farvi le loro deposizioni di terre e di melme.

§. 35.

L' alzamento degli argini si effettua a strati o cordoli regolari della non maggiore altezza di 6 pollici (met. 0,15), i quali vengono appuntino distesi avendo cura d'infrangere e sminuzzare i lotti di terra più voluminosi e compatti. Si può trasportare la terra col mezzo di carriuole o di carri, regolando sempre i movimenti in maniera che il sovrapposto strato di terra venga da questi veicoli in misura possibilmente eguale calcato onde ne risulti un corpo d' argine di uniforme sodezza e spessore. Correndo asciutta la stagione, si dee versare dell' acqua sopra i successivi cordoli, specialmente se la terra è molto arida e compatta. Qualora non si possa disporre di buona terra nella quantità che occorre, si sceglie la migliore per le infime parti dell' argine, perchè hanno queste da resistere contro una maggiore pressione idrostatica, e per tutta la scarpa anteriore; la men buona, all' incontro, si adopera nelle parti più elevate dell' argine, e nella posteriore sua scarpa. I cordoli superiori, che non vengono ad avere sopra di sè un solido di terra alto almeno 6 piedi, (met. 1,75) dopo il compimento dell' argine, vanno regolatamente pestati colla mazzeranga. Per gli strati più bassi, in causa del peso comprimente

che debbono sopportare quando sia l' argine completato, diventa in ogni caso superflua codesta artificiale compressione.

§. 36.

È stato proposto di sovrapporre i successivi strati secondo una giacitura non orizzontale, ma bensì parallela al declivio delle scarpa anteriore (fig. 92 *B)*, mentre in tal guisa si rende più difficile all' acqua di poter farsi strada attraverso il corpo dell' argine. Ma ben di leggieri apparisce la difficoltà che incontrerebbe in tal caso il trasporto della terra, ove venisse fatto per mezzo di carri, sopra un piano cotanto declive, e che diverrebbe quasi impossibile, qualora la base della scarpa non fosse quintupla della sua altezza. Si suole altresì disporre gli strati alla foggia di coppa rovesciata (fig. 92 *A)*. Questi ultimi presentano meno difficoltà che le falde oblique poc' anzi menzionate, e possono sempre mettersi in opera, qualora in causa della non omogenea consistenza dell' argine vi fosse qualche fondamento di timore, sebbene io reputi siffatta precauzione abbastanza superflua, mentre anche gli strati orizzontali, che vengono sovrapposti con minore lavoro, quando si proceda con la debita accuratezza, non lasciano commessure e intertizii di sorta da permettere all' acqua verun passaggio, e guarentiscono in conseguenza la medesima sicurezza.

§. 37.

Ove si volesse cercare di produrre la forma dell' argine da eseguirsi, e della sezione di esso colla sola indicazione di stanghe o di pali, servirebbero questi d' impedimento all' uniforme montata delle terre, e verrebbero anche calcati ed abbattuti. Divengono inutili, subitochè la base dell' argine, o gl' inferiori strati si trovino portati a quell' altezza, ove arrivino a conguagliare il campo naturale dell' argine, cosicchè la loro orizzontal superficie si trovi limitata allora dalle unghie parallele di esso. Non si ha quindi da

attendere ad altro salvo che durante il progressivo alzamento dell' argine vengano con la possibile esattezza conservati i prestabiliti declivii delle scarpe, il che può assai facilmente verificarsi mercè l' impiego di livelli obliqui, che indicano per appunto l' angolo d' inclinazione delle scarpe. Quand' anche alla fine si rendano manifeste delle piccole irregolarità, le quali per altro ove si usi la competente accuratezza non sogliono essere che insignificanti, si può ben facilmente farle sparire nell' ultima mano che dar si deve al lavoro. Ridotto cioè l' argine alla sua totale altezza e larghezza, se ne appiana la sommità, si demarcano con cavicchie i cigli di essa, si rintegrano e si correggono ove se ne scorge il bisogno, e poscia partendo dagli orli, e andando giù si conferisce col mezzo delle staggie e dell' archipenzolo, di cui daremo in breve la descrizione, ed anche alle scarpe l' ultima mano di lavoro, ossia la stabilitura, riducendole a quella perfetta inclinazione, che sulle prime non era o non poteva esser loro impartita, mentre vi rimangono sempre delle prominenze che vanno spianate, e delle affondature che si riempiono con terreno portato di fresco, e poscia a forza di colpi compresso.

§. 58.

I menzionati archipenzoli o sono simili agli ordinarii, e vi differiscono soltanto in ciò che sul loro piano oltre alla linea di mezzo perpendicolare, ne sono tirate ancora delle altre più piccole, le quali col lembo inferiore formano l' angolo che il piombino deve appunto formare colla divisata scarpa (fig. 96 *B*) ; ovvero si trovano approntati per un solo angolo d' inclinazione, essendo inferiormente muniti di un traverso obliquo, il quale fa col piombino l' angolo desiderato, come dimostra la fig. 96 *A*, che rappresenta un archipenzolo accomodato per una scarpa di 2 piedi.

§. 39.

Per il caso già superiormente citato, che occorra di erigere un argine sopra qualche fondo di torba, quando lo spessore di questo non si estenda oltre a 12 piedi (met. 3,50) si vuole scavarlo sino a quella maggiore profondità che lo stato dell'acqua acconsente, e soltanto dopo questa operazione eseguirvi sopra l' argine con terreno di buona qualità. Il peso di esso sarà quanto che basta valido a comprimere gli strati residuali di torba onde renderli impermeabili all' acqua al segno che occorre perchè questa non abbia la facoltà di nuocere. Dovendo l' argine essere condotto per una località paludosa, vuol essere basato o sopra un letto di fascine, o rinchiuso fra due banchi o arginelli pur di fascine, e in questo caso si debbono osservare le stesse regole precauzionali, che in appresso riferiremo al §. 79 e fig. 93, per l' inarginamento dei gorghi delle rotte, o dei vecchi alvei fluviali, nella vista di ovviare all' ineguale assettamento del terrapieno. Del rimanente è da raccomandarsi qui pure il previo dissodamento del suolo sulla larghezza della base dell' argine, e più a fondo che riesce possibile.

§. 40.

Si può aver anche costruito un argine con ogni possibile accuratezza per renderlo abbastanza solido, e si possono aver mazzerangati i singoli cordoli con la massima diligenza, e ciò non ostante verrà esso a calare, benchè d'ordinario più tardi. A ciò vuol esser preso riguardo subito dapprincipio. I limiti di cotesto calo variano appunto secondo le varie qualità di terreno. Le terre sabbioniccie calano meno delle terre forti, e queste se vengono ammassate in tempi piovigginosi sono men soggette a calare, di quando che fossero poste in cumulo in tempo asciutto. Per altro si può e si deve rimediare in gran parte a tale differenza innaffiando i singoli strati di mano in mano che vengono sovrapposti. Si può

assumere all' ingrosso che il calo di un argine formato di ordinaria buona terra equivalga a $\frac{1}{10}$ della sua altezza, e nella determinazione del trasversale profilo va questo decimo messo in aggiunta a quell' altezza che si rende necessaria all' argine. A questo proposito non vuol essere dimenticato, che ben giova meglio abbondare che andare scarsi in cosiffatta aggiunta, mentre un' altezza troppo tenue può bensì essere perniciosa, ma non mai una che spicchi alquanto in eccesso.

§. 41.

Allorchè l' argine trovasi, rispetto alla sua forma, compiuto, si deve por cura a renderne durevole la superficie. L' ordinario e quasi esclusivo mezzo a ciò conducente è quello di produrvi un denso e sollecito inerbamento. Questo si effettua collo spargervi sopra le sementi di erbe graminacee ed altre adattate allo scopo, o mediante un rivestimento di piote, qualora si abbia disponibile l' occorrente quantità delle medesime. Codesto lavoro va regolato nel modo che segue. Le migliori piote sono quelle che si ricavano dai prati da pascolo, e da anteporsi a quelle delle praterie da taglio, in causa della loro più forte consistenza. Si tagliano a pezzi larghi 9 pollici (met. 0,22) circa, 12 pollici (met. 0,29) lunghi, e 3 pollici (met. 0,07) grossi. La superficie, dalla quale vengono levate, si fende dapprima dietro la guida di cordoncini tesi a confacenti distanze in due direzioni che s' incrociano ad angolo retto, con apposite zappe da intaglio, e poscia vengono estratti i pezzi che ne risultano. Per eseguire nella maniera più comoda siffatta estrazione, si ferma al collo di una pala larga 9 pollici (met. 0.22), e con taglio diritto nella parte anteriore, un pezzo di corda, all' altro capo del quale è raccomandata una piccola sbarra di legno. Un uomo impugna la pala, e la mette per quanto è possibile col di lei taglio nella direzione orizzontale più prossima al pezzo di piota da estrarsi; un altro, afferrando per

davanti la fune a mezzo del manico, dà con questo movimento un potente tiro alla pala, e la piota resta levata fuori sulla faccia della stessa pala. Il primo getta allora il pezzo di piota da una parte, e colloca senza indugio la pala nel pezzo contiguo, che rimane nel modo stesso levato. In tal guisa codesta estrazione procede innanzi rapidamente, e senza cagionare notabile sforzo e stanchezza nei lavoratori, in particolare se questi ultimi si avvicendano nelle operazioni. Si assettano quindi i pezzi di piota sopra la scarpa, prendendo le mosse dal di lei piede, e continuando all' insù. La scarpa deve essere prima perfettamente spianata e refilata, e in generale alla superficie dell' argine deve essere conferita la propria forma con terra diligentemente compressa. La consistenza del rivestimento di piote viene singolarmente promossa, se fra le commessure vi si pongano delle radici di sanguinarie. Correndo una stagione asciutta, devesi previamente ben innaffiare il terreno, e deve farsi altrettanto alle piote quando sono collocate in opera. Talora può essere conveniente di ripetere più volte la bagnatura.

Oltre a ciò, debbono le piote andare fortemente battute, e a questo fine si adopera un pezzo di tavolone grosso almeno 3 pollici, avente una superficie di un piede e mezzo circa, al quale è fermato un lungo manico obliquo. In tal guisa si promove il perfetto aderimento delle cotiche erbose al terreno che vi è sottoposto, e si promove eziandio la loro vegetazione. Questa impellicciatura di piote vuol essere intrapresa almeno per la metà inferiore della interna scarpa degli argini maestri; nella esterna scarpa dei medesimi si può far senza di essa, mentre non è quella soggetta agl' immediati assalti del fiume, e di conseguenza può esservi aspettata la formazione dell' inerbamento mediante la semina. Negli argini estivi, all' opposto, tale impelliciatura è più necessaria al fianco posteriore e sul colmo dell' argine, anzi che dalla parte anteriore, in causa appunto dell' acqua che sopra vi cade.

Allorchè la detta copertura di zolle erbose non può essere

approntata che in autunno molto avanzato, attalchè non sia da aspettarsi la loro vegetazione, rimane sempre una precauzione degna di essere inculcata, quella, cioè, di fermare al posto ogni singola zolla con una cavicchia di legno.

§. 42.

Ad onta di ogni previdenza ed accuratezza, non può tuttavia essere sempre ed ovunque allontanata la possibilità che in qualche punto, per qualche straordinaria cagione, venga l' acqua a rovesciarsi sull' argine, e ad invadere le laterali campagne. Ove questo accada, l' acqua nel discendere precipitosamente dalla spalla dell' argine, vi genera dei solchi, che lo inducono facilmente a dilamare ed a rompersi. Anche l' aratura dei campi in contiguità dell' argine dà origine alle sorgive, le quali nelle piene sogliono tanto facilmente comparire di dietro alle arginature. Perciò all' unghia esterna degli argini si deve sempre lasciar giacere intatta in qualità di prato una zona di terreno larga almeno 12 piedi (met. 3,50), e si deve portar cura per la consistenza della sua cotica erbosa, quanta se ne prende appunto per l' inerbamento superficiale dell' argine.

§. 43.

Ove si voglia far sorgere l' inerbamento coll' impianto o colla seminagione, e abbandonare alla natura la ulterior formazione del medesimo, uno de' mezzi più validi a fornire questo intento consiste nell' impiantare le radici di quell' erba, che, atteso il copioso numero de' suoi butti, è conosciuta sotto il nome di centinodi. Si tagliano a pezzi lunghi 3 in 4 pollici (met. 0,07 a 0,10), e si mettono alla rinfusa o sotto il supremo strato di terra, o meglio si pongono allineati in solchi vicendevolmente distanti 6 sino 8 pollici (met. 0,15 a 0,19), e si ricoprono poscia di terra. Per altro, non bene allignano in terreno grave argilloso. Del rimanente, quand' anche s' impieghino i centinodi, non vuol essere del tutto

tralasciata fra essi la seminagione di altre erbe che cooperano a formare una fitta cotenna erbosa. Tengono il primo rango fra queste le piante aventi stelo, ossia le erbe da taglio. Dopo queste sarebbe da raccomandarsi l' uso delle seguenti, tanto più che sono rinvenibili in tutti i meglio assortiti negozii di sementi.

Il lolio perenne *(lolium perenne)*, l' avena eccelsa *(avena elatior)*, il dattilo aggomitolato *(dactylis glomerata)*, l' olco lanoso *(holcus lanatus)*, il fleo dei prati *(phleum pratense)*, e simili altre. Alle rimanenti piante che sono all' uopo attuale singolarmente adattato appartiene altresì il trifoglio bianco strisciante *(trifolium repens)*. Dalle suddette piante si otterrà in breve termine un fitto inerbamento, particolarmente quando non si trascuri di arrecare alla superficie dell' argine un terreno di buona qualità.

§. 44.

Per esuberanza di solidità, si usa talvolta di guernire le metà inferiori degli argini con ispesse pianticelle di salice. Servono queste incontrastabilmente di difesa fino a che siano pervenute ad una certa grandezza. Ma quando una volta incominciano a formare grossi fusti di albero, il che viene anche affrettato, attesa la necessità di tagliarle, diventano più pericolose all' arginatura, di quello che utili, mentre il ghiaccio può abbrancarle e svellerle con violenza, donde provengono dei buchi, e possono essere occasionate rotture di argine. Pel resto, favoriscono esse e proteggono il soggiorno dei topi e delle talpe, sovente così pericolosi agli argini, in quanto che le tane di questi animali non si possono scorgere al di sotto dei salici , e resta quindi impedito di dare ai medesimi con sufficiente esito la caccia, e distruggerli. Le piantagioni di salici a presidio delle arginature non possono assolutamente, salvochè nella golena, venire impiegate, e in tale caso sono nei grandi fiumi da preferirsi quelle di alto fusto, che vengono disposte lungo due sino a tre file.

§. 45.

Nelle località particolarmente soggette ai ghiacci, le quali non possono trovarsi bastantemente premunite dai guasti con una semplice copertura di zolle erbose, si deve assicurare la scarpa col mezzo di sassi, o, meglio ancora, lastricarla. La si copre dapprima con un letto di sabbia, ghiaia fluviale o rottami di muraglie alte 3 pollici (met. 0,07), e poi con pietre aventi la superficie di un piede quadrato all' incirca. Qualora non si abbiano a disposizione pietre di siffatta grandezza, si lastrichino dal basso all' alto in distanze di 15 sino a 20 piedi (met. 4,38 a 5,83) delle costole o fascie larghe 2 in 3 piedi (met. 0,58 a 0,88) con sassi grandi, e negli spazii intermedii si pongano i sassi più piccoli, mercè la qual disposizione si giugne a comporre un lastricato di sufficiente durevolezza.

V.

Delle chiaviche degli argini.

§. 46.

Poichè il paese adiacente al fiume resta da esso disgiunto colla interposizione degli argini, bisogna provvedere al libero scarico dell' acqua, sia di sorgente o di pioggia, nel seno stesso del fiume. Più importante ancora egli è di procurare a' rivi e a' piccoli fiumi il libero passaggio attraverso gli argini. Ciò ha luogo per mezzo di opportune aperture di scarico a tal uopo fabbricate, e conosciute sotto il nome di chiaviche. Nelle escrescenze si tengono chiuse, all' oggetto d' impedire che il fiume venga ad espandersi di dietro agli argini, e, dopo che il fiume è tornato a calare, vengono di bel nuovo aperte all' acque laterali, che frattanto si sono accumulate alle spalle dell' argine. Parecchie di esse sono ordinate in modo

che da sè stesse a tempo opportuno si aprono e si chiudono. Noi ne daremo a suo tempo la descrizione.

§. 47.

Riguardo ai rivi e minori fiumi che fanno recapito nel fiume da arginarsi, convien prima indagare se essi vi portino una massa di acqua tanto grande che durante il tempo, nel quale debbono le chiaviche rimanere serrate, in causa dell' arrestato afflusso, possano cagionare una inondazione. Se questo è il caso, non può il loro sbocco venire tampoco impedito dagli argini, ed essi vanno piuttosto compresi nel sistema arginale, e la loro arginazione va superiormente prolungata fin dove possono giungere le piene del fiume principale, e sin dove può pervenire il loro rigurgito, a norma di quanto è stato già riferito.

§. 48.

Le fabbriche a tal uopo richieste o sono aperte in alto, ovvero nol sono, cosicchè la sommità dell' argine resti sopra di esse continuata senza interruzione. Benchè abbiano in ambi i casi la comune denominazione di chiaviche, sogliono però differire fra loro nella grandezza, nella struttura e nella maniera di aprimento.

§. 49.

Per le ampie chiaviche, la più confacente disposizione è quella che si rassomiglia alle conche, ed in cui vengono chiuse col mezzo di porte. Hanno esse il capo ed il piede di una conca, e fra entrambi sono erette le due volate di porta che inferiormente si appoggiano alla capriata. Ove occorresse una sì grande apertura, che una sola porta diventasse troppo ampia, ovvero insufficiente, si stabiliscano due aperture una accanto dell' altra, e una pila intermedia fra esse. La rimanente loro costruzione, compreso pure

il fondamento, è affatto simile a quella delle conche già descritta nella Sezione decima, onde qui si rende superfluo ogni ulteriore ragguaglio in tale proposito. Coteste porte, le quali, come nelle conche, esser devono munite di valvole o sportelli, si aprono verso il fiume principale secondo la direzione della corrente, che vuol essere nello stesso guidata. Il fiume recipiente, quando trovasi in atto di crescere, spinge le porte ordinariamente egli stesso, tosto che sono messe una volta in movimento, e le mantiene serrate fino a che l' acqua esterna, o per via del proprio innalzamento, o per via del nuovo calare del fiume, acquisti un livello più alto di questo, e allora colla semplice pressione apre le porte da sè.

§. 50.

Quando non abbiano a essere condotte delle barche attraverso di queste chiaviche, puossi anche munirle di saracinesche, e in tale caso la loro costruzione è somigliante affatto a quella degli sfogatori delle chiuse, intorno ai quali abbiamo diffusamente parlato nella Sezione nona, e il loro fondo viene a trovarsi allo stesso livello del letto del rivo influente. Per altro, le porte serbano sempre in lor confronto la preminenza, per la ragione appunto che possono più facilmente aprirsi e chiudersi, ed esigono meno di servitù, meno di sorveglianza e minori spese di manutenzione.

§. 51.

Le piccole aperture di scarico vengono coperte con un volto di muro per quanto si estende la larghezza della sommità dell'argine, e hanno muri di ala all' oggetto di reggere le scarpe che sono da esse tagliate. Si muniscono o di cateratte levatoie o di valvole in bilico, conformate dietro il sistema rappresentato nella fig. 95, le quali si chiudono e si aprono spontaneamente da sè, a norma che prevale la spinta della colonna fluida che giace dinanzi o a tergo di esse.

§. 52.

Le chiaviche che sono istituite per il semplice fine di dare scolo alle acque pluviali, le quali sogliono congregarsi in massa, e che, fuori di questa circostanza, vengono sovente a rimanere in secco, consistono in condotti parte di muro e parte di legname, che sono applicati alla base dell'argine; giacciono col loro fondo sulla natural sede del medesimo (quando alcun fosso non si diriga alla volta di essi, nella qual circostanza debbono discendere fino a raggiungerne il fondo), e vengono ordinariamente e con la massima convenienza muniti delle valvole in bilico poco fa menzionate. Quando si approntano di legname, i più piccoli di essi sono composti di quattro semplici panconi di quercia. I più grandi hanno internamente dei telai a sufficienza robusti, sopra i quali vengono inchiodati i panconi, come si può ravvisare nella fig. 95. Importa molto che sia confitta una palancata all'incile e allo sbocco dei più grandi di questi condotti. Per quelli di piccole dimensioni basta che il terreno venga fortemente addensato attorno di essi. Gli altri di struttura murale hanno una fitta di pali, qualora il fondo, sul quale vengono fabbricati, sia di natura malferma e cedevole.

È facile a vedersi che una chiavica di legname dev' essere soggetta a sollecita putrefazione, e che di rado soltanto, e difficilmente senza il taglio totale dell' argine, può venire di nuovo reintegrata, e che hassi perciò ogni ragione di evitarle, e di fabbricarle invece di pietra.

§. 53.

Resta ora che si risponda eziandio al quesito, quanto larghe, cioè, esser devono tenute le aperture di coteste chiaviche. Quelle dei rivi che sboccano nel fiume principale, s' intende bene da sè che vogliono esser ampie quanto basta per concedere ad ogni

piena l' adito di scaricarsi senza produrre rigurgiti. I dati a ciò occorrenti si deducono dalle osservazioni e misurazioni dell' altezza e della velocità delle acque, che si vogliono smaltire per le chiaviche. Saranno poi anche più che sufficienti per evacuare l' acqua che, durante l' intervallo di tempo in cui stanno chiuse, si viene presso di esse ad accumulare. Se lo spazio posteriore a queste chiaviche si destina all' uso di porto fluviale, nel determinare l' ampiezza di esse, convien prendere in pari tempo riguardo alla larghezza delle barche, dalle quali può essere il porto stesso frequentato. La luce delle minori chiaviche che devono servire allo scolo delle acque provenienti dalle pioggie, e dalle sorgive che hanno luogo di dietro all' argine in tempo di piena, non può mai essere esattamente determinata. Ciò ben sarebbe in qualche modo possibile per quanto si riferisce all' acqua pluviale, ove si faccia considerazione all'area superficiale su cui essa cade, e se ne osservi la quantità. Ma chi potrebbe precedentemente determinare la quantità di fluido che scaturisce dalla terra adiacente all' argine per effetto della pressione del fiume in istato di piena ? Per buona sorte, non si ha qui bisogno di una precisa esattezza, mentre l'esuberante ampiezza delle chiaviche non suole mai essere perniciosa, e se fossero per risultare troppo anguste, il che o mai, o solo di rado potrebbe verificarsi quando siansi previamente praticate le competenti indagini, egli è dato di correggere un tale difetto senza certe difficoltà e senza dispendio notabile mediante il loro ampliamento.

§. 54.

A meno incertezza è soggetta la posizione delle chiaviche e dei condotti pluviali. Quella delle prime è determinata dalla situazione delle foci de' rivi, che devono esser condotti attraverso gli argini, ovvero degli antichi alvei che servir deggiono da raccoglitori d'acqua: e quella pei condotti pluviali resta fissata dai punti

più depressi a tergo degli argini. Per altro, innanzi di piantare siffatti condotti, giova esaminare se l'acqua, a cui per loro mezzo si vuol dare scarico, possa essere convogliata alla volta delle chiaviche o nei rivi che a queste affluiscono. Anche negli stessi condotti, all'acqua da scolarsi si deve fare strada da più remoti e più depressi luoghi per mezzo di fossi. Nel maggior numero dei casi è confacente e vantaggioso un fosso escavato dietro dell'argine e ad esso parallelo, il quale però deve stare una tesa almeno lontano dall'unghia, e l'acqua da esso dee venire guidata nei condotti degli argini giacenti allo stesso livello almeno, per la via di fossi laterali. Se venisse scavato più davvicino all'argine, favorirebbe i trapelamenti e le filtrazioni del fiume, e poichè sono queste in fondo sabbioniccio possibili anche a una più grande distanza, così per questo caso deve tenersi il fosso maggiormente lontano dall'unghia, o va tralasciato del tutto.

IV.

Della manutenzione degli argini.

§. 55.

La cura per la manutenzione degli argini consiste nell'ovviare ed allontanare tutto ciò che può essere pernicioso alla loro durata e stabilità, nella necessaria vigilanza finchè durano le piene, e nelle provvidenze che sono in quei tempi necessarie, onde prevenire lo squarciamento degli argini. Andiamo primieramente a conoscere le circostanze nocevoli alla solidità degli argini, e i mezzi per allontanarle.

§. 56.

Nulla può esservi, all'infuori delle straordinarie escrescenze che minacciano di rompere l'argine, di più pericoloso a questo

ultimo, quanto la distruzione della sua golena, e l' avvicinamento che ne conseguita di una ripida rôsa di sponda al suo piede. Entrambi questi accidenti debbono in conseguenza andare antivenuti a mezzo di tutti gli espedienti applicabili in simili casi; consistano essi in armature o rivestimenti frontali, o in ripari di difesa, ai quali, tosto che il fiume minaccia di deviare dal proprio corso, e di portare l' attacco contro la sponda, si deve dare di piglio senza ritardo alcuno. Osservo altresì che un argine, il cui piede sia già stato raggiunto da una rôsa di sponda, o la scarpa del quale si trovi di già intaccata, in causa della sua pericolosa giacitura, suol essere a giusto titolo e con molta significazione chiamato *argine in pericolo.*

§. 57.

Per la conservazione della golena esigesi inoltre l' allontanamento ancora di tutto ciò che dar potrebbe motivo alla straripante fiumana di fendere la di lei superficie. Vanno qui annoverate siccome infeste alla golena quelle solcature che hanno luogo in senso longitudinale della medesima, e le quali si debbono interrompere con arginelli ovvero con opere d' intrecciamento fino al più alto livello della golena, affinchè l' acqua traboccata dall' alveo non s' incanali in quei solchi, e trovi occasione di scavarli a una maggiore profondità. Codeste interruzioni contribuiscono a fare che i solchi da esse attraversati, vengano gradatamente a riempiersi di materie fluviali, e che alla fine scompaiano. Le carreggiate lungo la interna scarpa dell' argine distruggono l' inerbamento, e formano rotaie che possono divenire eziandio più pericolose delle anzidette solcature. Si deve adunque, ove non si conoscano affatto indispensabili, intieramente proscriverle, e quando non possano evitarsi, si debbono rialzare e consolidarne la superficie con sassi, onde non abbiano a comparire delle affondature sulla medesima.

§. 58.

In grazia di queste precauzionali misure, resta l' argine guarentito dagl' immediatti assalti del fiume, e con altrettanta cura devono poi essere antivenuti i danneggiamenti mediati. Alberi sorgenti sulla scarpa o sulla sommità dell' argine, possono venire svelti o atterrati dal ghiaccio ovvero dal vento. Da ciò nasce una buca ai lati ovvero nella sommità dell' argine, e una calamitosa rotta ne può divenire la conseguenza. Perciò non vuol essere assolutamente tollerato alcun albero in qualsivoglia punto degli argini.

§. 59.

I sentieri o le rampe conducenti sull' argine formano delle cavità nel ciglio e nella scarpa del medesimo. Essi possono promuovere l' arrovesciamento del terreno, e se questo in qualche punto succede, facilitano all' acqua l' escavazione di profondi solchi nella scarpa, e producono con ciò le rotture d' argine. Non è lecito quindi di permetterli, e, dove siano indispensabili, si deve antivenire la possibilità di quelle pericolose affondature.

§. 60.

Un altro male che apporta pericolo alle arginature, sono i topi e le talpe. Questi animali le traforano colle loro escursioni, le quali possono formare all' acqua un passaggio attraverso le medesime. Il più piccolo buco può in questa caso, attesa la energica pressione della colonna fluida che giace a ridosso dell' argine, trovarsi in breve così amplamente dilatato, che ne possa conseguitare una rotta. Convien dunque cercare di trapolare quegl' insidiosi animali, ed annientarli. Case, stalle, capanne, ove sieno troppo accostate all' argine, favoriscono l' aumento dei topi, e sono, oltre ciò, non di rado d' impedimento ai lavori di manutenzione necessarii in tempo di piena; importa dunque di tenere, quanto più è

possibile lontane tali fabbriche dall' argine. I porci nuocono agli argini col razzolare del loro grifo, e non debbono essere tollerati nelle vicinanze di essi.

§. 61.

Esistendo sulla sommità dell' argine una strada carreggiabile, può questa perdere a poco a poco della requisita sua altezza, mentre il vento porta via in polvere la terra smossa e scagliata dalle ruote, ovvero la pioggia la dilava e la trascina con sè. Il rimedio più confacente incontro a tale disordine potrebbe consistere nell' impiego delle pietre da guida o da orlo, quali si usano nelle perfezionate costruzioni stradali, ovvero, in mancanza di queste, non sarebbe fuor di luogo l'espediente d' insinuare sulla sommità dell' argine delle pietre isolate, le quali non isporgessero dalla di lei superficie, e indicassero in modo determinato e durevole l' altezza dell' argine, affinchè la loro più tenue emergenza rendesse visibile l' abbassamento dell' argine, e ne esigesse il corrispondente rialzo.

§. 62.

Una indispensabile condizione pella durata degli argini consiste nel mantenerli coperti di erba perfettamente densa e radicata. È stato già riferito quali specie di piante sieno a tale officio singolarmente adattate. All' oggetto frattanto di procacciare alle medesime un libero spazio si devono possibilmente distruggere le altre piante. A queste ultime appartengono specialmente quelle a grandi foglie e a grossi gambi, le quali non gettano radici filamentose producenti un buono inerbamento, per esempio, lappole, cardi, artemisia, felce, acetosa, petacciuola, camomilla ed altre. Trovansi citate in alcune istruzioni d' argini, e fra queste ben anco delle classi di piante, che contengono specie parziali, che in grazia delle loro radici serpeggianti, meritano più presto

di venire piantate anzichè espulse, per esempio: ranuncoli, pentafilo o cinque foglie, di cui alcune specie colle loro radici promuovono al maggior segno l' addensamento dell' erba (come *ranunculus repens* e *potentilla repens* ed *anserina*). Per buona sorte vano risulterebbe ogni sforzo inteso a distruggerle, e verisimilmente potrebbero tali tentativi dare motivo piuttosto a una maggior dilatazione di esse. Cotesti sradicamenti devono sempre succedere prima che il seme delle piante da espellersi giunga alla sua maturità. In seguito a notabili piene rimangono assai frequentemente a giacere paglie, fieno e cespugli, sulle scarpe e sulla golena, e, venendo a putrefarsi, contaminano l' inerbamento e ne infermano la consistenza. Pari guasto deriva dal lungo sedimento delle foglie che cadono dagli alberi. È quindi opportuno che vengano levate via siffatte materie.

§. 63.

Non di rado le piene, particolarmente se travolgono grossi rottami di ghiaccio, cagionano più o meno guasti all' inerbamento, ai quali si deve accuratamente e con tutta sollecitudine applicare il voluto riparo. Si colmano le buche che ne sono l' effetto con terreno di tenace qualità, si pigiano indi fortemente, e si coprono di zolle erbose, che vengono battute e bagnate con versarvi sopra dell' acqua. Bisogna intraprendere queste riparazioni abbastanza per tempo, affinchè le erbe abbiano il vigore di germogliare completamente prima ancora che arrivi l' inverno.

§. 64.

Ai mezzi di raffermare l' inerbamento del suolo appartiene ben anco la pastura. Nel mentre che gli animali addentano l' erba per mangiarla, le piante prendono meglio radice, e l' inerbamento diventa più fitto. Sono a ciò precipuamente idonee le pecore. Animali più grandi calpestano fortemente e conferiscono quindi

maggiore compattezza al terreno, e servono ancora colle peste dei piedi a otturare la tane dei topi e delle talpe. Solamente dopo insistenti pioggie, quando gliargini sono inzuppati di acqua, non può esservi permesso alcun pascolo, quando le scarpe abbiano meno di un piede e mezzo di pendenza, mentre oltrechè tali scarpe sono per animali pesanti troppo ripide, vengono altresì danneggiate dalle loro pedate.

§. 65.

Accade spesse volte che si debbano robustare o rialzare argini troppo deboli o troppo depressi. Nel maggior numero di questi casi, viene il robustamento applicato alla scarpa anteriore, mentre si cerca per solito di effettuarlo col dare alla scarpa stessa una maggiore inclinazione. È conveniente allora di levare previamente la copertura erbosa dell'argine, e di rivestirne la nuova superficie colle piote risultanti ritagliate dietro la già citata maniera. Se si volesse lasciare intatto il vecchio inerbamento, egli formerebbe, specialmente quando fosse passato in putrefazione, uno strato intermedio impediente la perfetta unione tra l' argine vecchio ed il suo robustamento. Molti tengono invero codesta pratica come non necessaria, e reputano piuttosto che la cotica erbosa permanente possa divenir utile nel caso, che una piena fosse per asportare il il lavoro di rinforzo non peranco inerbato. Essa troverebbe allora il suo limite nel vecchio inerbamento. Ma si può a buon diritto presupporre che il lavoro di robustamento venga intrapreso abbastanza per tempo, affinchè la cotenna erbosa levata dal vecchio argine e consolidata nella sua novella superficie possa ancora perfettamente vegetare, al qual effetto non si esige per verità un lungo spazio di tempo.

§. 66.

Quanto venni sin qui discorrendo, è necessario per il mantenimento della durevolezza degli argini. Affinchè poi esser possa

a tempo e luogo opportunamente applicato, rendesi indispensabile una vigilanza continua. In alcuni paesi, che sono stati difesi per mezzo di argini, vennero questi divisi in tronchi di proporzionale lunghezza fra i diversi proprietarii fronteggianti, ciascuno dei quali prende cura e provvede per la propria sua parte. Tale misura sembrami sconvenientissima ed insufficiente. Il mantenimento di ogni singola porzione è per il tutto e per tutti di troppa importanza, perchè esser possa confidata ad un particolare proprietario, quand' anche trovisi egli sottoposto ad una inspezione. Ogni comunità deve tenere sotto comune inspezione quel tronco d' argine onde trovasi presidiata, ed ogni individuo deve contribuire pel mantenimento dello stesso quel tanto di lavoro e di danaro che sia commisurato alle di lui facoltà. Ma i comuni pure devono stare anch' essi sotto la inspezione dello Stato, ed essere provveduti di esperti impiegati, la nomina e il collocamento dei quali dipenda dallo Stato, onde venga seguito un confacente sistema di manutenzione sopra le riunite arginature. In ogni comune, almeno per un distretto di certa lunghezza, vuol essere stabilito un proprio custode, il quale abiti sull' argine, in una casa fabbricata appresso una chiavica, visiti giornalmente l' arginatura, allontani tutto ciò che può esserle dannoso, e in generale attenda alle ordinarie opere di mantenimento, e, per quanto è possibile, le metta pur esso ad effetto.

§. 67.

Lo stato delle arginature vuol essere ciascun anno, almeno una volta, esaminato per cura degli appositi impiegati con l'intervento delle autorità comunali e dei custodi idraulici. In questo esame non si ha da sorpassare sulla, benchè minima, negligenza. Si trova ogni convenienza d' intraprenderlo abbastanza per tempo prima che sopravvengano le piene, onde aver agio di eseguire ciò che serve per il miglioramento ; e, da ultimo, anche immediatamente

dopo la piena, per esplorare tutti i guasti che furono da esse cagionati, e disporre quindi in una confacente maniera i necessarii risarcimenti.

§. 68.

Il tempo più pericoloso pegli argini egli è quello delle piene. La mancanza di cura e di vigilanza può avere di conseguenza le rotte, anche negli argini più robusti e durevoli. A misura che il fiume dà indizii di salire in piena, dev' essere ordinata da ciascun comune una guardia degli argini, la quale, almeno nel tempo del prossimo pericolo, vuol essere composta degli stessi proprietarii de' fondi, e non della gente addetta al loro servizio, atteso che solamente a quelli può essere per lo più interessante la conservazione degli argini. Questa guardia deve di giorno e di notte fare la ronda senza interruzione nel rispettivo tronco arginale. In alcuni luoghi si è stabilita la regola che la detta guardia, pervenuta al confine del proprio tronco, riporti seco una corona intrecciata di salice, appesa a una stanga, e ne lasci pendente un' altra di figura diversa, in prova di aver fatta la visita di tutto il tronco, e questa è appunto una regola che merita di venire imitata.

§. 69.

A misura che si approssimano le piene, si deve arrecare negli argini tutto ciò che è necessario per la diversione di un pericolo, come tavole, letame, fascine, pertiche, ec., e inoltre occorre anche di avere in pronto una sufficiente provvisione di simili oggetti, per poter trasportare tutto il necessario nei punti i più minacciati.

§. 70.

Uno de' primi segnali di un pericolo che si avvicina è lo sgorgamento trasversale, ovvero anche un debole stillicidio dell' acqua

nella esterna scarpa dell' argine. Fino a che l' acqua si mantien limpida e pura, c' è poco da temere, ma quando diviene torbida, essendo mescolata con terra e sabbia, allora non c' è da dubitare che non siasi ampliato il piccolo canale per cui essa decorre. Cotesta ampliazione può in breve tempo dilatarsi a tal segno che ne conseguiti una rotta. Si deve perciò essere solleciti di otturare l'apertura, e tentar dapprima se ciò possa aver luogo dalla parte anteriore dell' argine per dove ha ingresso l' acqua. Talvolta da un piccolo vortice, che si manifesta alla superficie, è dato di accorgersi del luogo che assorbe l' acqua. Si può spingere dall' alto al basso nella scarpa una tavola, all' estremità inferiore della quale va fermata una pesante pietra, e cercare se con questo mezzo si coglie quell' apertura, del che si ha subito indizio dall' impiccolimento, ovvero dall' esaurimento totale della scaturigine nella scarpa posteriore. Si suole, a tal uopo, servirsi di tela da vele od altra più grossolana, ma di un tessuto egualmente compatto, appendendovi inferiormente dei pesi o sassi, che si fanno arrivare al basso della scarpa col mezzo di pertiche, all' oggetto di ricoprirne il punto pregiudicato. Qualora non riesca di effettuare il ristagno dell'acqua sulla fronte, altro espediente non resta che di eseguire lo stesso tentativo al tergo dell'argine. Si usa, allorchè il buco è ancora piccolo, di cacciarvi per entro una grossa cavicchia appuntita lunga tre piedi all' incirca. Ma facilmente si forma l' acqua una nuova strada accanto alla medesima. Egli è meglio di sovrapporvi un pezzo di tavolone, ed aggravarlo con sassi, oppure di sdraiarvi sopra delle pertiche, che lateralmente si fermano con paletti uncinati. Se poi l' apertura fosse abbastanza grande, si procura di otturarla con zolle erbose, ed anche con letame, vi si mettono sopra delle fascine, si piantano al basso del foro nella scarpa delle stanghe flessibili, che vengono incurvate giù sopra le fascine e trattenute in alto mediante l' inserzione di forti cavicchie.

§. 71.

Nè meno grande è il pericolo quando il fiume sale sino al colmo dell' argine, e finalmente sopra di esso si rinversa. Quand' anche siano gli argini abbastanza elevati, può tuttavia il pericolo presentarsi qual effetto di un ingorgamento cagionato da una replezione glaciale, e quindi si vede quanto si renda importante di antivenire simili ingorghi per mezzo dello stabilimento di un regolato corso fluviale. Tostochè il fiume in qualsivoglia punto minaccia di rovesciarsi sulla sommità dell' argine, conviene nella più spedita maniera cercar d'innalzare codesto punto, e vi si giunge in varie maniere. Si possono sopra l' argine addossare a corte cavicchie conficcate delle tavole, e, dietro di queste, ammonticchiare della terra, e pestarla colle mazzeranghe, ovvero si può frettolosamente erigere sulla sommità un arginello di terra, che si leva dal fondo adiacente, e quando questo si trovasse allagato, o che nel trasporto andar dovesse perduto troppo tempo, dalla stessa sommità dell'argine, scavandone il ciglio esterno, ossia rivolto alla campagna.

§. 72.

Occorre poi il massimo pericolo, allorquando vien portata via dalla fiumana la golena, e intaccato rimane il piede stesso dell' argine. Di rado, in tali casi, si giunge ad impedire una rotta. L'unico mezzo, a cui si può ancora appigliarsi, consiste nel gettarvi dentro delle fascine di annegamento ; ella è però una sorte se producono effetto, e non si ha mai certo fondamento per confidare sulla loro efficacia. Se il fiume non cala a tempo opportuno, sotto tali circostanze, una rotta d' argine è pressochè sempre inevitabile.

§. 73.

Tutte le regole di massima concernenti la conservazione degli argini, specialmente per i tempi del pericolo, debbono venire pre-

scritte in un regolamento d'argini emanato dal governo, e deve essere vegliato per la sua esatta osservanza con ogni cura e con assoluto rigore. Aggiungerò, per esempio, al termine della presente sezione un regolamento d' argini messo effettivamente in pratica.

§. 74.

Ho riferito i più importanti e più comuni espedienti per impedire le rotture degli argini nelle escrescenze. È del resto immaginabile una moltitudine di altri mezzi di salvamento, quali ponno essere presentati dalle condizioni locali, dai materiali disponibili e dalla perspicacia degli astanti. Per altro, se manca un sistema arginale perfetto e regolare, e se il fiume scorre con isregolato andamento, avranno quelli troppo spesso un esito negativo con tutti gli sforzi e ad onta che siansi adottati i più opportuni provvedimenti, e il disastro delle rotte diviene allora inevitabile.

VII.

Repristino degli argini dopo le rotte.

§. 75.

Le rotte degli argini si distinguono in tre classi, e sono 1.° le rotte semplici, 2.° le rotte fondali, 3.° le rotte correnti.

Una *rotta semplice* è quella che giugne soltanto a una certa profondità, o al più, sino al piede, ossia sino al campo dell'argine.

La *rotta fondale* penetra sotto la sede dell' argine, e vi lascia in suo luogo una cavità o gorgo più o meno profondo.

Una *rotta corrente* si verifica quando, svelta e portata via la golena, una parte del fiume occupa il posto dell' argine, in guisa che, tornando l' acqua allo stato di magra, la ripa del fiume siasi avanzata entro la linea dell' argine, e invece della base di questo, si trovi acqua corrente.

§. 76.

Andiamo ora a conoscere le opportune misure da prendersi dopo le rotte degli argini.

Bisogna prima di tutto provvedere allo smaltimento possibilmente sollecito dell' acqua dal distretto allagato. Avendo questo una mediocre estensione, bastar possono a tale scopo la bocca dell' argine squarciata e l' apertura delle chiaviche e dei condotti scolatizii. Se poi fosse un vasto latifondo, renderebbesi quindi necessario di tagliare a bella posta l' argine in uno o più siti, parte per evacuare più prestamente dall' acqua le inondate campagne, particolarmente se stanno delle abitazioni nell' acqua, parte onde risparmiare i condotti e le chiaviche, che da un uso prolungato potrebbero soffrire nocumenti.

§. 77.

Dopo lo smaltimento dell' acqua, importa che si proceda colla maggior possibile fretta alla rintegrazione e ristorazione dell' argine rotto e malconcio. Nel caso di una semplice rotta, non si ha naturalmente bisogno che di empiere di bel nuovo la risultante lacuna. Il metodo da seguirsi in tale lavoro è affatto simile a quello che si adopera nelle costruzioni di nuove arginature, e solo in tale incontro è da portarsi cura alla perfetta unione del novello col rimasto corpo dell' argine. Vanno dapprima spianate le parti sporgenti della rottura, giacchè servirebbero d' impedimento alla valida compressione del terreno sotto e in mezzo ad esse ammassato. Il costipamento dei successivi strati deve effettuarsi con ispeciale diligenza e a mezzo delle più pesanti mazzeranghe all' oggetto di ovviare ad un notabile calo, d' onde nascerebbero facilmente pregiudizievoli peli e spaccature nelle congiunzioni del vecchio col nuovo argine. Bisogna specialmente nei labbri o capi della rotta comprimere accuratamente il terreno, refilandone le faccie per

toglierví le fratture superficiali che vi fossero rimaste, onde l'unione avvenga in più perfetta maniera. Tutte queste diligenti pratiche vogliono andare osservate anche nell' empimento delle buche e dei cavi che la corrente od il ghiaccio prodotto avesse sulla scarpa anteriore dell' argine. Cotesti punti vanno rivestiti di zolle erbose, onde procacciare alle loro superficie nel minor tempo possibile la sodezza dell' argine rimasto immune da danni.

§. 78.

Più malagevole torna il chiudimento delle rotte fondali, il quale può succedere in tre diverse maniere, o ristabilendo l' argine secondo l' anteriore sua direzione attraverso alla provenuta cavità, ovvero quando questa fosse per essere troppo fonda, conducendo l' argine all' intorno di essa, e precisamente o dinanzi alla detta cavità presso il fiume, ovvero dietro alla medesima dal lato della campagna.

§. 79.

La prima maniera di chiudere la rotta, ossia il ristabilimento dell' argine lungo la precedente sua direzione, è senza contrasto il partito più conveniente, al quale si deve sempre appigliarsi, quando la soverchia estensione e profondità non renda siffatto espediente a tal segno dispendioso, che non si possano al momento raunare le occorrenti somme, ovvero quando, coll'inarginare la cavità non si possa al tempo stesso ottenere una miglior direzione dell' argine, il che nelle irregolari arginazioni avvien pur che si verifichi alcune volte. Rimettendo l' argine attraverso la rotta nel suo primiero andamento, la base di esso vuol essere fiancheggiata con lavori di fascinaggio (fig. 95). Hanno questi in sommità la larghezza di circa 6 piedi (met. 1,75) e ai lati esterni la scarpa di 1 piede. Il loro lato interno è perpendicolare. La distanza dei loro cigli interiori è uguale alla larghezza dell' argine in base, co-

sicchè questa che trovasi a giacere fra tali arginelli di fascine, forma un perfetto rettangolo *abcd*. Cotesta forma degli arginelli di fascine diverge da quella che viene per solito usitata, mentre si dà loro comunemente anche un declive nel fianco interiore, e si fanno ben anco penetrare per tutta la loro altezza nel corpo stesso dell' argine, come apparisce in *efgh*. Ma siccome l'argine è sempre soggetto a calare, rimane esso da tale configurazione delle sue laterali fortificazioni impedito dal prendere uniforme assettamento e riporta in conseguenza durante il suo calo delle notabili fenditure. In grazia dell' anzidetta forma delle fascinate, si evita pienamente cotesto disordine, in quanto che non viene per essa impedito l'argine dall' assettarsi uniformemente, e la robustezza e la durevolezza del medesimo non vengono a risentirne il benchè minimo pregiudizio.

§. 80.

Ove l'attraversamento della rotta riesca troppo difficile e troppo dispendioso, bisogna procedere all' inarginamento di essa. Conducendo il nuovo argine a costeggiare l' orlo interno della cavità, quello cioè verso il fiume ne risulta ordinariamente un debole punto sporgente e in pari tempo si separa dal fiume la cavità, alla quale perciò vien tolta la possibilità di essere dal fiume stesso coll' andar del tempo saziata. Oltrecciò restando a giacere alle spalle dell' argine, è causa che quest' ultimo meno solidamente riposi, e promuove sotto esso i trapelamenti dell' acqua, la quale riempie ben presto la cavità, la induce a traboccare, allaga in tal modo le adiacenti campagne, e torna a mettere in campo il bisogno di nuovi provvedimenti. Si deve quindi, purchè sia sempre possibile, condurre l'argine intorno al lembo posteriore della rotta, e fare che questa resti giacente fra esso ed il fiume. Solo quando la rotta si protraesse troppo entro nella campagna, e l'argine aver dovesse in tal sito un curvo andamento rientrante nei fondi adia-

centi, per cui un tratto d'argine sporgente inverso il fiume nato dall' inarginare internamente la cavità non possa inferire alcun notabile pregiudizio, è lecito di rinchiuderla nello spazio intermedio.

§. 81.

Ma da codesti cavi o gorghi rinchiusi deriva spesso l' inconveniente, come ho dianzi accennato, che rimane facilitata la filtrazione dell' acqua sotto il corpo dell' argine. Se questo inconveniente si rende considerabile al segno che importi di sopprimerlo, non avvi altro espediente che quello di circondare con un proprio argine la cavità. Essa forma allora nelle piene uno specchio d' acqua diviso dall'interposto spazio, sopra lo stesso eminente, e che sale e discende col pelo stesso del fiume. Anche le cavità più remote dall' argine, se stanno in sotterranea comunione col fiume, debbono per la stessa cagione nella guisa stessa venire circuite da argini. Tali argini possono convenientemente chiamarsi argini circondarii.

§. 82.

Quando effettivamente è successa una rotta, si può cercar di arrestare il progresso de'suoi spaventosi effetti eziandio col tentare di serrarla mediante un riparo da chiusa. Del resto, non è questo applicabile che quando il distretto sottoposto alle inondazioni è vasto a segno, che per essere completamente sommerso abbisogni di un tempo notabilmente più lungo di quello che si richiede per eseguire il riparo. D' altronde, è facile a scorgersi quanto incerta e difficile sia la effettuazione di tale misura. Non si ha, nè si può avere che di rado per questo possibile caso, tanto materiale alla mano, quanto se ne richiede, principalmente perchè non può essere preveduto, e la di già occorsa inondazione de' luoghi d' onde dev' essere preso, e delle strade, per le quali dee venire traspor-

tato, rende sovente impossibile il fornirlo in tempo abbastanza sollecito. Quantunque sia del resto malagevole l' eseguimento di un riparo da chiusa a fronte di una impetuosa corrente, la quale con immensa celerità escava il fondo a mano e a misura che si procede col lavoro, pure, alla vista di stringente pericolo e di sovrastante calamità e miseria, spesso senza limiti, è fermo dovere di mettere in opera ogni mezzo ed ogni sforzo per rendere possibile quello che pare impossibile. Un ragguardevole esempio di un riparo da chiusa costruito con felice riuscita in simili sommamente ardue circostanze trovasi inserito nelle Berlinesi Raccolte di utili memorie per l' architettura (Annata 1799, vol. 3, pag. 24).

§. 85.

Quando è nata una rotta corrente, può essere ricostruito l' argine, o trasferendone la sede più da lungi all' indietro, o rialzandolo di bel nuovo nell' antico suo posto. Il primo partito, che è certamente il men dispendioso, può soltanto aver luogo senza pregiudizio, quando non ne rimane punto sturbata la regolarità o la confacente direzione della linea arginale, ovvero quando il fiume non abbia preso uno svantaggioso indirizzo, per cui risulti necessario di ricondurlo nel suo primitivo andamento. Se questo è il caso, si porti dapprima il fiume ad avere, per mezzo di ripari, una direzione seevra nuovamente da difetti, e tosto che, mediante le alluvioni, le preesistenti ripa e golena siensi di bel nuovo ristabilite sino al livello medio dell' acqua, si eriga l' argine ruinato nel primiero suo luogo. Ma siccome il predetto interrimento ha per solito bisogno di un tempo abbastanza lungo, così di rado si verifica che la ricostruzione dell' argine possa sino a quell' epoca andare dilazionata, e quindi nel maggior numero di tali emergenze s' incorre nella necessità di rimettere l' argine all' indietro lungo l' esterno margine della rotta, finchè il seguito interrimento ne faciliti la ricostruzione nella primordiale sua sede. Si può ben anco ristabilire

l'argine attraverso la rotta, e produrre, per via di ripari da presa la distrutta golena davanti al medesimo. Ma rare volte soltanto vengono a permetterlo la profondità del fiume e la spesa all' uopo occorrente. Del resto, le misure opportune per cotali emergenze sono quelle stesse da prendersi nell'incontro di fiancheggiare o attraversare con un argine una cavità o gorgo, e in ambi i casi è applicabile quanto in sul proposito è stato successivamente riferito ai §§. 78, 79 e 80.

§. 84.

Chiuderò la presente sezione con un regolamento degli argini proposto dal regio consigliere circolare dei pubblici lavori Wiebeking pel circolo del Reno nella Baviera, e dal supremo governo approvato, e messo anche in vigore. Credo che il medesimo possa acconciamente supplire a quanto io potrei generalmente suggerire circa l'abbozzamento di simili regolamenti. Eccone il tenore:

MASSIMILIANO GIUSEPPE RE

Considerando l' importanza degli argini del Reno per la conservazione di molti fondi appartenenti tanto all' erario nostro, come alle comuni ed ai privati; dietro il progetto di regolamento degli argini del Reno rassegnato dal nostro governo del circolo del Reno; sopra rapporto del nostro ministro di Stato dell' interno e delle finanze; sentito anche il parere del consiglio di Stato provinciale, impartiamo a questo regolamento degli argini la nostra approvazione sotto le seguenti prescrizioni:

A. *Assicurazione degli argini dai danni.*

§. 1. Gli argini principali del Reno sono proprietà dello Stato, e resta vietato di arrecarvi danno in qualsivoglia modo, co-

me pure di guastare l'erba su di essi crescente. I tronchi d'argine, che in via d' eccezione si trovano ancora posseduti da singoli privati in conformità all'ordinanza del 26 gennaio 1819, passano del pari in proprietà dello Stato, tosto che ne sia pagato l'equo indennizzo da determinarsi sulla base di stime regolari.

§. 2. È vietato di transitare, carreggiare e cavalcare sulle scarpe degli argini, in luoghi diversi da quelli che sono a tale oggetto particolarmente destinati, e sulla stessa sommità dell' argine, qualora questa non formi parte in pari tempo di una pubblica strada.

§. 3. L' erba che cresce sulle scarpe degli argini renani dee venire falciata dagli affittaiuoli, e non pascolata dai bestiami.

§. 4. Gli edifizii di travalicamento o ponti esistenti sugli argini devono essere in sommità mantenuti a livello sempre del colmo dell' argine a spese delle comuni o dei privati che uso ne fanno, e non possono in alcun caso formarvi tagli profondi. Con pari severità resta proibito lo stabilimento di nuove montate senza previo consenso dell' autorità politica.

§. 5. Ogni arbitrario incompetente aprimento o chiudimento delle chiaviche di scolo che esistono negli argini renani, come pure il traforamento degli stessi argini è severamente proibito, e soggiace a pari castigo dei volontarii guasti portati a codeste chiaviche.

B. *Processo nelle piene.*

§. 6. Nelle straordinarie escrescenze tutte i comuni situati colle loro proprietà fondiarie in tutto o in parte nei distretti difesi dagli argini, sono obbligati di prestarsi gratuitamente alla maggior possibile conservazione e sicurezza degli argini. Quest' obbligo si estende sopra tutti gl' individui dei comuni che ne sono colpiti.

§. 7. Ad ogni comune verrà assegnato dal rispettivo com-

missariato provinciale un tronco d'argine proporzionato al loro territorio, alla loro popolazione, e al grado di loro interesse, la guardia e sicurezza del qual tronco incombe agli stessi principalmente durante il tempo delle piene, senza per altro che resti con ciò esclusa l' obbligazione di accorrere in aiuto dei comuni limitrofi nel caso di segnalato pericolo.

§. 8. All' oggetto di combinare ordine e convenienza nella condotta dei necessarii lavori, gli abitanti di ogni comune vengono ripartiti in sezioni, e a ciascuna di esse viene preposta una guida scelta tra i consiglieri comunali più idonei, ovvero tra i rimanenti membri del comune. Il borgomastro locale indica l' ordine col quale le singole sezioni si succedono e si alternano nei lavori.

§. 9. Il concorso dei comuni entra in attività appena che il fiume sormonta le ripe, del quale emergente le guardie arginali del distretto rendono immediatamente avvertiti i rispettivi borgomastri. L'autorità locale prende tosto le opportune misure, perchè la linea d' argine affidata al comune venga munita di un numero adequato di guardie, le quali le danno subito relazione di ogni singolare avvenimento. Una parte di questa, scelta a preferenza tra le guardie di pubblica sicurezza deve essere fornita di armi da fuoco, onde in caso d' improvvisi pericoli, darne avviso col mezzo di esse, e render vano ogni tentativo di traforamento degli argini.

§. 10. Durante questo tempo di pericolo è ad ognuno vietato, ad eccezione della gendarmeria e delle guardie agli argini, di sparare entro il distretto inarginato.

§. 11. Quando il borgomastro locale, o per mezzo delle guardie del proprio comune, o del custode arginale, è informato del pericolo effettivamente emerso in qualche punto dell'arginatura, intima indilatamente alle necessarie sezioni comunali di accorrere al luogo indicato. In pari tempo si dà cura il medesimo perchè senza perdita di tempo vi vengano arrecati gli attrezzi e materiali occorrevoli. L' autorità locale, ovvero i sorveglianti apposi-

tamente istituiti per la direzione dei lavori, sono autorizzati di requisire a tal uopo tutti gli abitanti dei loro comuni abili al lavoro, come pure tutto il competente bestiame da tiro col relativo corredo degli interessati comuni. I custodi degli argini poi girano di continuo lungo il loro distretto, indicano alle autorità locali e alle guide delle singole sezioni i punti pericolosi, e dirigono in tali punti i lavori. Parimenti gl' ingegneri e l' ispettore percorrono, durante questo tempo, continuamente le loro linee, e regolano i lavori dove più minaccioso si affaccia il pericolo. Ogni pubblica negligenza del personale addetto ai lavori degli argini è rigorosamente punita.

§. 12. Ogni comune è obbligato di tenere in pronto una provvisione, fissata dal commissariato provinciale commisuratamente al bisogno, di fascine, paletti, latole, tavole, funi e grosso cordame, catene da legare lunghe 8 metri armate di uncini, magli di legno, cesti, cerchi di pece, padelle su cui si fa ardere la pece, e lanterne, e avere disponibile un numero proporzionato di grossi battelli. Le spese di acquisto e di manutenzione vengono sostenute dalle casse comunali, e vi suppliscono pure quelle comunità che non giacciono immediatamente e per intiero nel territorio dell'inondazione, ma che hanno interesse sui fondi nel medesimo situati proporzionatamente alla estensione superficiale del loro possedimento. Questi magazzini sono da mantenersi pienamente forniti, e a tale scopo vengono trimestralmente ispezionati dai rispettivi impiegati delle pubbliche costruzioni. Il legname occorrevole al presidio di que'circondarii arginati, entro i quali cadono boschi dello Stato, viene gratuitamente somministrato da tali od oltre limitrofe boscaglie erariali, e dai boschi comunali allora soltanto, quando gli erariali non contengano le requisite specie di alberi, ovvero quando fossero tanto lontani, che i contribuenti comuni volessero piuttosto lasciare indietro cotesto legname che incontrare le spese annesse al suo trasporto.

§. 13. Ove il magazzino comunale venga ad esaurirsi, e, ciò non ostante, si ricchieggano ancora materiali ed attrezzi per distornare il pericolo, ogni privato, che si trovi possederne, è tenuto per tale scopo di consegnarli verso equitativo compenso basato su previa stima.

§. 14. Contro i trasgressori delle prescrizioni portate dai §§. 2 e 3, viene applicato l' articolo 471, n.° 5; contro la inobbedienza ai divieti espressi nei §§. 4 e 5, l' art. 437; e da ultimo contro la renitenza all' obbligo stabilito dal §. 6 l' art. 475, n.° 12 del codice penale.

§. 15. Le summenzionate contravvenzioni e trasgressioni sono messe a protocollo dalle autorità politiche, dagl' impiegati tecnici, dalla gendarmeria, dai borgomastri, dai campari e dai custodi degli argini fatti a tale oggetto giurare, e denunziate quindi per l' incoazione del processo ai giudici di pace, ovvero secondo la gravità delle circostanze, ai procuratori dello Stato.

§. 16. Una quarta parte delle multe decretate, in conseguenza dei danni esercitati a pregiudizio degli argini e delle chiaviche, appartiene all' accusatore del reo, i residuali tre quarti fluiscono nelle casse dei rispettivi comuni. Le pene pecuniarie, che vengono inflitte a coloro che ricusano di adempiere all' obbligo espresso nel §. 6, spettano per intiero alla rispettiva cassa comunale.

In seguito di ciò, il nostro governo del circolo del Reno ha da disporre l' ulteriore, ec.

Atteso che nelle piene al declinare dell' anno 1824 il numero degli installati custodi arginali è stato trovato insufficiente per il tempo di straordinarii pericoli, venne per questo caso stabilito altresì un adeguato numero di custodi arginali sussidiarii, i quali, durante il tempo che prestano servizio, conseguono la giornaliera mercede di fiorini 1 e carantani 12.

SEZIONE DUODECIMA

DELL' ASCIUGAMENTO DELLE PALUDI

I.

Delle paludi in generale.

§. 1.

I danni che possono arrecare le paludi al paese che molte ne comprenda nella sua periferia, o che può arrecare anche una sola palude di considerabile estensione ai suoi più vicini contorni, sono grandi e di diverse specie. Esse non solo rendono totalmente o almeno in buona parte infruttuose vaste superficie di terreno, le quali potrebbero dare copiosi prodotti e fornire l' alimento a molte sventurate famiglie, ma eziandio infettano il clima, e diffondono non di rado attorno di sè le malattie e la morte. L' asciugamento delle paludi è quindi senza controversia un oggetto di alta importanza per ogni savio ed illuminato governo, e forma uno dei più utili rami dell' architettura idraulica.

§. 2.

Non tutte le paludi agiscono con grado eguale di perniciosità sopra la purezza dell' aria. Alcune la corrompono di gran lunga all' intorno, mentre altre non meno grandi, e talvolta anche più grandi non producono verun effetto notabilmente dannoso. I calori del clima, e la maggiore o minor potenza vegetale delle piante nel circuito della palude danno origine a molte e risentite gradazioni degli effetti di essa. La natura, la quale, per solito, quando

non è turbata dall' uomo, porge gli stessi rimedii accanto ai mali che cagiona, si serve singolarmente delle piante per diminuire o dissipare affatto la pregiudiziale influenza delle evaporazioni palustri e dei gaz non idonei alla respirazione. Se si lascia esposto lungo tempo al sole un gotto ripieno d' acqua, vi si osserva il principio di una vegetazione, mentre una piccola conferva veste le pareti del gotto di un verde smalto, e vedesi la stessa crescere in proporzione più rapidamente allorchè l'acqua viene inforbidata e corrotta. Questa verde materia poi sviluppa alla luce del giorno aria vitale così pura, che l' arte non giunge mai a produrre, e in quantità così abbondante, che nel corso della state ai raggi solari da ogni canna di pozzo guernita ordinariamente di un denso velo di quella conferva se ne può avere di sopravanzo. Fortunatamente nasce questa pianta in tutte le acque stagnanti. Oltreciò, la maggior parte delle piante palustri prosperano assai bene in mezzo a quei gaz che in grande copia sviluppansi dalle paludi. Esse gli assorbono avidamente, e ridonano quindi il gaz ossigene. Quest' ultima proprietà è del resto posseduta dalle parti verdeggianti di tutte le piante, e la loro efficacia purificante l' aria deve naturalmente crescere coll'ingrandirsi delle loro superficie. Quindi le paludi coperte di bosco ammorbano il meno l'aria, e se ne conoscono parecchie, singolarmente nelle regioni temperate degli Stati Uniti d' America, le quali, ad onta di uno sterminato perimetro, non esercitano veruna influenza notabilmente perniciosa sulla salubrità dei loro contorni.

§. 3.

Tutto ciò dunque che sconcerta o diminuisce la crescenza delle piante nelle paludi deve favorire l' infezione dell' aria dei loro dintorni; questi vengono al maggior segno appestati da quelle paludi, le quali nella più calda stagione dell' anno servono di pascolo agli animali. Le piante nei terreni molli vengono con ciò

calpestate e lasciate in preda alla putrefazione; la superficie palustre resta privata di una gran parte della sua cotica erbosa, e la vegetazione, circoscritta ad un più angusto spazio e stentata per cagione della tenue quantità d' aere vitale che è ancora in istato di esalare, non è più valida a mantenere l' equilibrio con le ora aumentate pregiudiziali evaporazioni. Queste osservazioni, sulla giustezza delle quali non può esser mosso il più piccolo dubbio, e dalla teoria non meno che dalla diuturna esperienza fornite, non si dovrebbero mai trascurare in sul proposito di quelle paludi che non si vuole o non si può disseccare, e dovrebbesi quindi restringere sopra di esse quanto più è possibile il pascolo degli animali, ovvero anche sopprimerlo, e guernirle poi con piantagioni di salici, pioppi ed ontani.

§. 4.

In climi più caldi, all' incontro, la stessa più vigorosa vegetazione non sempre pare sufficiente a vincere il nocevole effetto delle esalazioni tramandate dalle vaste paludi. Un notabile esempio ne viene offerto dalle paludi Pontine nelle vicinanze di Roma. La vivace vegetazione, che è propria di quel clima, valse sì poco a correggere l' infezione dell' aria da esse prodotta prima della loro adesso ancora non del tutto completa essiccazione, che esse non solo, ma eziandio i loro più prossimi dintorni erano pressochè inabitabili, e agli stessi viaggiatori, che pure le attraversavano rapidamente, diveniva pericoloso il transito di sole poche ore per le medesime. Però questo effetto, che venne rimarcato anche in alcuni siti delle nostre paludi, non deriva totalmente dai gaz da noi già riconosciuti contrarii alla respirazione, i quali si sogliono sviluppare dai luoghi paludosi e dall' umidità dell' aria, ma forse in massima parte proviene da una sostanza volatile, la natura della quale non è da noi che poco finora conosciuta, in quanto che si è giunti soltanto a darle un nome (di miasma) ed a scoprire che la mede-

sima al contatto degli acidi, e principalmente del gaz acido carbonico, viene decomposta e spogliata de' suoi maligni principii.

§. 5.

Quand'anche le grandi paludi non ispieghino una notabile perniciosa influenza sulla condizione sanitaria de'loro abitatori, egli è per altro incontrastabile che diminuiscono il calore dell' aria ambiente. Grandini, brine e tardi geli sono i loro indivisibili compagni, e molti prodotti, richiedenti una più elevata temperatura, e che prosperano benissimo lungi da esse, intristiscono nella loro vicinanza, e di rado soltanto vi può aver luogo con qualche vantaggio una piantagione da frutto, giacchè quasi sempre nella primavera sopravvengono le brine a far morire i fiori degli alberi. Se anche non si trattasse di fare l' acquisto di fertilissimi piani, che ora sembrano condannati a una perpetua sterilità, e di uno spazio importante per l' aumento della popolazione, il solo ammiglioramento del clima sarebbe già un sufficiente motivo per asciugare le paludi. È questa dunque senza opposizione una intrapresa sempre eminentemente proficua, la cui esecuzione, purchè sia possibile, non deve mai andare trasandata, e tanto meno che, ove sia bene ordinata e diretta, va raramente congiunta a grandi spese, e queste vengono largamente compensate dal valore del suolo reso coltivabile, e dal valore politico-economico de' suoi abitanti.

§. 6.

Prima di passare alla descrizione delle regole e norme da seguirsi per l' asciugamento delle paludi, viene in acconcio di dare un' occhiata sulla loro derivazione. Il modo onde nacque la maggior parte delle paludi è certamente assai vario. Le grandi paludi che non giacciono alla spiaggia del mare sono senza dubbio derivate da laghi che un tempo esistevano, e che furono a poco a poco interriti dai fiumi che gli attraversavano, e dai rivi e torrenti, i

quali dai circostanti monti andavano a portarvi il tributo delle loro acque. La configurazione e il perimetro di questi preesistiti laghi, la direzione dei rivi ovvero dei fiumi che vi trascorrevano, il pendio e la qualità dei monti vicini, la natura delle materie asportatevi, hanno dovuto produrvi molteplici alterazioni. Se le materie che dovevano riempiere il lago venivano ad esaurirsi prima che questo fosse totalmente colmato, e ciò accadeva a misura che i circostanti monti restavano a poco a poco spogliati della loro coperta terrosa, ovvero se parziali tratti di esso avevano presa una giacitura tale, che niente più vi potesse essere asportato da quelli, cominciava, dove l' eccedente profondità non vi poneva impedimento, a sorgere la torba, e se ne formavano lagune, le quali stendevansi ad occupare tutto ovvero in parte lo spazio che ancor restava del lago, mentre anche i rimanenti spazii ricolmi di arene e di terre, parte in causa dell'arrestato scorrimento dell'acqua, parte perchè non abbiano potuto abbastanza elevarsi sopra l' antico pelo dell' acqua, sono rimasti addietro nella condizion di palude. Coteste origini si ponno osservare ne' laghi e nelle paludi, come pure in alcune pianure risorte dallo stato palustre della Baviera meridionale e delle limitrofe provincie montane in tutti quasi i successivi gradi della loro formazione. Sulle paludi alle rive del mare sembrano avere particolarmente influenza le dune formatesi nella bassa spiaggia a grande distanza dalla ripa, le quali separano spesso dal continente un vasto distretto d' acqua, il quale se è soggetto allo scarico di qualche piccolo rivo o fiume, si colma a poco a poco con la terra e la torba da quello asportate, e si converte poscia in palude. In tal guisa sembra, p. e., che siano nate le paludi pontine nelle vicinanze di Roma, all'estremità meridionale delle quali l'isola di Circe cantata da Omero trovasi ora unita al continente. Anche campagne asciutte vengono non di rado tramutate in paludi. Un fiume che scorra lentamente, e lasci decubitare molta arena e poltiglia, può innalzare il proprio letto e le sponde, e a poco a

poco sollevarsi talmente sull' orizzonte del piano da esso attraverversato, che l'acqua, da questo non avendo più scolo, è costretta a ristagnarvi, e lo riduce, per conseguenza, a palude. Nelle strette valli montane le materie che procedono dalle gole laterali possono alla fine estendersi su tutta la valle, arrestare l' afflusso dell' acque, e generare con ciò una palude. La valle, un tempo tanto fertile e bella, di Pinzgauer attraversata dal Salzach nel ducato di Salisburgo è un deplorabile esempio di questo effetto della natura.

§. 7.

Ma non è la sola natura che forma le paludi, giacchè troppo spesso le causano gli uomini stessi a lor proprio danno. Chiuse di mulini troppo alte e di struttura imperfetta convertono in palude estese superficie di ubertoso terreno. Similmente effettive paludi vengono ridotte a uno stato ancor peggiore quando si fabbricano mulini alle bocche dei loro scoli, e in quel caso i mugnai tanto minore impedimento incontrano di elevare le loro chiuse, in quanto che è rarissimo il caso che venga mosso lamento contro siffatto abuso, e con tanta maggior sollecitudine si appigliano essi a cotesta misura, poichè la medesima li mette in grado di approfittare della palude nella qualità di grande serbatoio d' acqua, la cui dotazione, che solo lentamente va esaurendosi, assicura loro sovrabbondanza d' acqua anche nelle maggiori siccità dell' estate. Fu questo il caso della valle del Danubio, presentemente mantenuta in asciutto sulla superficie di quattro miglia quadrate.

II.

Dei mezzi per l' asciugamento in generale.

§. 8.

L' asciugamento delle paludi può aver luogo in due maniere essenzialmente fra loro diverse, cioè o colla diversione dell' acqua

che produce il palude, abbassandone il pelo sotto la superficie del suolo sino a quel segno che non possa più nuocere alla vegetazione delle piante campestri, ovvero innalzando, mediante colmata, di altrettanto la superficie del palude sopra il livello dell' acque. Talvolta è possibile, utile ed anche necessario di combinare insieme entrambi questi metodi di asciugamento.

§. 9.

Per impiegare il primo mezzo di asciugamento, è assolutamente necessario che abbia il palude una sufficiente altezza e pendenza, onde si possa deviarne le acque verso qualche punto o verso più punti giacenti più a fondo, dai quali trovino esse un ulteriore naturale avviamento. In difetto di ciò, si può cogliere lo scopo con artificiali espedienti, come sarebbero mulini a vento, o macchine a vapore, che servono a innalzare l' acqua ad un livello, dal quale può essa ulteriormente trascorrere; e qui poi le rimanenti regole di asciugamento restano quelle stesse che debbono essere applicate nel caso di uno scarico naturale. Egli è però ovvio a scorgersi quanto deve riuscire dispendioso siffatto mezzo, e che non può essere, per conseguenza, che assai di rado adoperato. In Olanda lo s' incontra posto in opera nella sua più grande estensione. Io poi credo dovermi accontentare di averlo in questo luogo accennato, senza entrare nelle particolarità relative alla pratica del medesimo, giacchè in Germania appena qualche località potrebbe di esso abbisognare, e la Baviera in verun luogo certamente. Ritorno dunque alle paludi, dalle quali l' acqua può essere divertita senza che sia d' uopo di portarla con artificiali mezzi ad una certa altezza.

§. 10.

Di leggieri si scorge che per poter ciò effettuare, è necessario che il palude abbia una naturale pendenza verso qualche più depresso luogo, da cui possano le acque essere ulteriormente convo-

gliate. Mancando questa pendenza, o essendo insufficiente, si può con l'arte, a norma del bisogno, o produrla ovvero aumentarla. Si verifica questo quando può essere abbassato il pelo di un fiume, o lago vicino, nel quale convenga far concorrere le acque del palude. In un fiume è ciò possibile, allorchè possiede frequenti curvature, oppure allora quando, in causa della soverchia larghezza, trovasi avere alzato il proprio letto. Nel primo caso, è d'uopo rettificare le svolte, e ridurre il corso rettilineo. Un esempio di questa pratica è il taglio a valle di Küstrin, in virtù del quale si venne a capo di asciugare la vasta rotta dell'Oder. Nel caso secondo, si limiti il fiume alla sua normale larghezza, e lo si costringa con ciò a profondarsi. Un lago non è suscettibile di abbassamento, se non quando si abbassa lo stesso suo emissario. Siccome quest' ultimo è sempre un rivo ovvero un fiume, e quando il pelo dell' acqua nello sboco del lago si abbassa, è forza che anche questo si abbassi; così i mezzi testè indicati di approfondare un fiume sono qui pure applicabili.

§. 11.

L' acqua che sorge nell' interno di una palude, o che sopra vi cade in qualità di pioggia, deve andare accuratamente separata da quella che scaturisce o cade fuori del suo circuito, e che ha d' uopo di qualche tempo per mettervi dentro il piede. Questa ultima vi deve esser tenuta lontana, ovvero proseguita ai confini. Solamente l'acquache proviene dalle scaturigini interne della stessa palude, devesi, col mezzo di canali che vengono attraverso di essa scavati, guidare ai punti più depressi del suo perimetro. Noi ci occuperemo dapprima intorno a questi canali interni di asciugamento.

§. 12.

I canali, che devono condursi nell' interno della palude all' oggetto di prosciugarla, sono di tre specie.

1.° Il *canale primario*, che vuol esser tirato per la situazione più bassa della palude, onde servire di recipiente generale a tutte le acque che occorre di divertire.

2.° I *canali secondarii*, i quali conducono l' acqua dalle singole parti del palude nel canale primario ; e da ultimo

3.° I *minori fossi di scarico*, che diretti vengono parte nei canali secondarii, parte nel canale primario, onde servano ad asciugare soltanto singole particelle di terreno, e sono perciò ordinariamente scavati e mantenuti a spese dei proprietarii delle medesime.

§. 13.

Non è guari bisogno di avvertire che il progetto di questi canali, e in generale di tutto il sistema di asciugamento, deve essere proceduto da una esatta livellazione dell'intera superficie palustre, la quale deve essere assunta a base fondamentale dell' intrapresa. Qui viene particolarmente a proposito quel metodo di livellazione di cui feci cenno al §. 11. della Sezione seconda, a tenore del quale si assume un unico piano orizzontale esteso sulla intera superficie del palude, e viene indicata la distanza verticale di tutti i punti determinati di essa da quel piano. Si può allora con un facile prospetto rinvenire tutte le situazioni più depresse, e le rispettive loro altezze mediante semplici sottrazioni, e fissare la direzione dei canali di asciugamento, la loro pendenza e i punti delle loro confluenze e dei loro sbocchi dalla palude. Oltrecciò devesi anche esattamente osservare il corso e la direzione delle acque scorrenti attraverso il palude, e i punti ove si scaricano nelle alte piene o nelle inondazioni, e di questi, ove si rendano palesi, non si lascierà mai di profittare allo scopo medesimo. Non debbono neppure trascurarsi le conoscenze locali degli abitanti. Di tutti questi vantaggi conviene prevalersi particolarmente quando l'inaccessibilità del palude non permette che si faccia una esatta livella-

zione. Si può allora, col mezzo di quelle osservazioni, per lo più stabilire l' andamento del canale primario, e quando, mediante l' escavazione di esso, il palude è diventato accessibile, si possono intraprendere colla requisita esattezza le altre misurazioni idrometriche, onde col loro mezzo ridursi alla possibilità di fissare il numero, la giacitura e la direzione degli altri canali o fossi di asciugamento.

§. 14.

Il più importante dei canali è, come venne enunciato, il canale di asciugamento primario, o più brevemente il *canale primario*, il quale riceve l' acqua dei rimanenti canali, e serve loro di generale ricettacolo o sia di raccoglitore. Perchè esso possa prestarsi a tale ufficio, deve fendere la località più depressa della palude da disseccarsi. Non è sempre bastevole un unico canale primario, mentre l' estensione e la figura della palude esigono spesso due ed anche un numero maggiore di essi. Se, per esempio, una palude si distende lungo le sponde di un fiume, nel quale siano da convogliarsi le sue acque, allora possono benissimo rendersi necessarii parecchi canali primarii aventi i loro sbocchi nel fiume. Non di rado un rivo o piccolo fiume passa attraverso il palude, e se la giacitura di questo è quanto che basta depressa per potervi adunare tutte le acque stagnanti, oppure se a questo fine esser potesse sufficientemente escavato, giova servirsi del medesimo nella precisa qualità di canale primario. Ciò per altro è spesse fiate ineseguibile. Ogni rivo o fiume che di sovente straripa, nell' atto appunto di straripare, depone sulle proprie sponde una quantità di arena o di limo, e le alza in questo modo, e con esse alza alla fine lo stesso suo letto, e forma con ciò un dosso attraversante il palude, che naturalmente si giunge rare volte a discernere ad occhio nudo, ma d' ordinario soltanto con l' aiuto del livello. Ove questo dosso e il letto del fiume siasi tanto innalzato, che più non

regga il partito di abbassarlo mediante artificiale escavamento, allora è necessario di trattare le due porzioni di palude da cotesto dosso divise, come due separate paludi, e scavare per ognuna di esse un particolar canale primario.

Così per appunto vastissime paludi, che non hanno alcuna pendenza nel senso della loro maggior estensione, e che appunto per ciò non possono venire tagliate con un solo canale primario, possono richiederne due ed anche più, giacchè altrimenti non si sarebbe in grado di dare ai loro canali secondarii una sufficiente inclinazione verso di essi.

§. 15.

Il canale primario asciugherà senza contrasto attorno di sè uno spazio considerabile, ma il limite della sua efficacia troverassi più o meno lontano, secondochè il declivio della palude, al cui asciugamento deve servire, è più o meno grande verso di esso. Questa inclinazione è in tutte le paludi ordinariamente assai tenue, per il che circoscrive l' efficienza di questo canale più o meno al di là delle sue sponde, e di rado quindi è valido a rasciugare le parti più rimote del palude, che non giaciono nella sua direzione. Sorge quindi la necessità di parecchi *canali secondarii*, i quali ricevano le acque da queste lontane parti della palude, e le portino nel canale primario. La direzione loro deve naturalmente essere in gran parte determinata dalle pendenze dei piani, per i quali vengono condotti, e dai punti più depressi dei medesimi. Ove il divario di queste pendenze non sia abbastanza forte da fissare assolutamente la giacitura e l'andamento dei canali secondarii, allora, per determinarli, servir deve di norma la loro necessaria vicendevole distanza, la quale non può mai essere troppo grande, per poter bastevolmente effettuare lo scolo degli spazii di terreno ad essi interposti, e bene ancora, quando non ostino circostanze

di maggiore riguardo, si vuole prender di mira la loro simmetrica distribuzione.

§. 16.

Oltre a questi canali secondarii, è altresì necessaria una terza classe di canali, i quali, in grazia della loro più piccola sezione, vengono con maggior convenienza chiamati *fossi di scarico*, e servono a scolare le singole più minute parti del palude, ove in ogni caso dovrebbe ancora restare permanente lo stagno dell' acque. Essi però non possono costituire un oggetto del generale sistema di asciugamento, e il loro escavo, e susseguente mantenimento, non ispetta minimamente allo stato o alla società di quelli che intraprendono l'essicazione. Egli è questo affatto un oggetto di cura spettante ai singoli proprietarii della palude asciugata. Solo nel comparto della proprietà per ispazio sufficientemente libero, tra i confini della medesima e le sponde dei maggiori canali, deve esser posta cura perchè siano scavati i fossi di scarico, e fatti recapitare in que' canali.

III.

Ordine e direzione dei canali di asciugamento.

§. 17.

Passo ora a fissare la direzione dei canali, senza prendere ancora di mira l' esatta determinazione della loro pendenza, profondità e larghezza, oggetti questi che verranno trattati in un capitolo a parte. Il primo e il più attento studio dev' essere posto nello scegliere l' andamento del canale primario. La linea, secondo la quale va tracciato, è per appunto quella della massima inclinazione del palude e verso il punto più basso del suo confine, ove deve questo canal terminare. Esistendo nel senso della pendenza un avvallamento di tutta la superficie, il canale primario deve natu-

ralmente esser condotto per il medesimo. Non essendovi tale avvallamento, ed inclinandosi il palude secondo la sua maggiore estensione, ossia nel senso della lunghezza, in questa direzione si guidi il canale primario passando per il mezzo della palude, onde potere poi distribuire in modo possibilmente uniforme da entrambe le parti i canali secondarii. Se poi la palude s' inchina nel senso della sua minore estensione, o sia secondo la sua latitudine, possono risultare indispensabili due o più canali primarii nel verso di cotesta direzione, e questi o possono venire collocati così prossimi l' uno all' altro che non abbiano bisogno di verun canale secondario, o almeno discosti fra loro niente più di quello che occorre perchè i canali secondarii concorrenti con essi ad angolo acuto aver possano ancora una sufficiente pendenza. Il piano dapprima accuratamente disegnato coi punti di livello scrittivi sopra, ovvero, quando una esatta livellazione fosse previamente impossibile, i punti più depressi del suolo resisi manifesti o dalla magra dell'acque, o dalla direzione di esse, ovvero quando tali punti non fossero visibili, il mezzo della palude, rimoveranno ogni dubbio che potesse rendere incerta la scelta di questa direzione. Anche da ciò si perverrà ben presto a decidere se sia bastevole un unico canale o no. Questo vuol essere tirato, per quanto è possibile, secondo una direzione rettilinea, parte perchè così diviene il più corto, e quindi consegue un declivio maggiore, parte perchè le svolte diminuiscono la pendenza, e indipendentemente da essa rallentano la velocità dell' acqua che in esso decorre. Contro siffatta direzione rettilinea di rado si affacciano ostacoli di qualche entità, attesochè una palude si avvicina ordinariamente ad un piano più o meno perfetto; per conseguenza, la linea retta non può essere attraversata che da eminenze inconcludenti, dalle quali si può facilmente affrancarsi per via del maggiore approfondamento del canale, senza che il canale stesso debba aggirarsi intorno alle medesime con un tortuoso andamento.

§. 18.

Quando la palude è attraversata da qualche rivo, bisogna prima di tutto esaminare se questo possa ridursi a fare l' officio di canale primario. Non di rado veramente giace un tal rivo a più alto livello della superficie del palude, per cui resta quest' ultimo diviso in due parti, ognuna delle quali esige un proprio canale, come fu avvertito al §. 14. Assai spesso è per altro possibile di approfondare il rivo quanto basta per poterlo convertire in canale primario, che servir debba di scolo alle due parti del palude per suo mezzo divise. A tal fine vanno rettificate le sue tortuosità, limitata da per tutto la sua larghezza alla normale misura e così gli viene conferito un grado di velocità e di forza, per cui si rende capace di effettuare da sè stesso la propria escavazione. Qualora ciò non avesse luogo che imperfettamente si potrebbe ben anco coadiuvarvi per mezzo d' immediato scavo artificiale. Si vede però di leggieri che questo espediente potrebbe riuscire eccessivamente costoso e malagevole ove elevata fosse la giacitura del rivo, e in singolar maniera se durante l'escavazione non se ne potessero deviare le acque. Tuttavia in questo medesimo caso non convien tralasciare la rettificazione, imperciocchè per mezzo di essa vengono ad impedirsi i traboccamenti, o renderli almeno più rari e meno considerabili.

§. 19.

Non minor attenzione si esige in riguardo alla direzione e giacitura dei canali secondarii. Debbono tutti percorrere i rimanenti luoghi più depressi della palude, onde poterne convogliare le acque nel canale primario, e al tempo stesso, per quanto e conciliabile col fine testè accennato, vogliono essere tirati a eguali distanze uno dall' altro, e paralleli fra loro. Ma qualunque sia la direzione che loro viene imposta o conceduta dalla giacitura, dalla

estensione e dal pendio del palude e delle sue singole parti, debbono in ogni caso e senza eccezione alcuna essere guidati nel canale primario ad angolo acuto, poichè solo in tal guisa può esser loro conferita la maggior possibile inclinazione, e le acque loro solamente in questa direzione si uniscono a quelle del canale primario con tutta facilità e senza occasionare sconcerti.

§. 20.

Ora non mi resta che indicare in qual modo si possa con sicurezza ottenere questo intento. Immaginiamoci che il piano inclinato (fig. 74) *a b c d*, sia una porzione del palude, che deve essere per traverso tagliata da un canale, il cui punto iniziale *g* sia stato già determinato dalla rimanente giacitura del palude, per esempio, un punto più depresso, dal quale l'acqua dee trovare un ulteriore avviamento. Convien pertanto cercare la direzione, secondo la quale può avere il maggior possibile pendio. Si concepisca dunque un piano perfettamente orizzontale *c d e f*, il quale in qualche punto abbastanza lontano da *g* incontri il piano indinato *a b c d*, la linea *c d* nella quale i due piani s'intersecano, sarà una orizzontale. Per qualsivoglia direzione si conduca ora il canale da *g* alla linea *c d*, la caduta di esso sarà sempre la linea $g\,i = a\,e = b\,f$, e la declività del canale soltanto allora sarà massima quando quella caduta venga portata sulla linea più breve, che puossi abbassare da *g* alla orizzontale *c d*. Questa linea però non può essere altra che la perpendicolare *g h*, cosicchè formi colla linea *c d*, i due angoli retti *g h c*, e *g h d*. Dal che nasce che quando un canale è condotto per un piano inclinato in modo che vi abbia il maggior possibile pendio, una linea tirata perpendicolarmente ad esso deve in pari tempo essere anche una orizzontale, all'opposto quando una linea orizzontale attraversante il canale non faccia con esso angolo retto, per esempio l'angolo *g k c*, il canale non avrà la massima inclinazione, attesochè esso mediante la direzione rettangolare *g h c* può

venire accorciato, e conseguentemente la sua caduta *g i* può essere riportata sopra una linea ancora più breve.

§. 21.

Pertanto non è più difficile di tracciare attraverso un palude, che si va uniformemente inclinando, da un punto dato un canale, in modo che questo vi abbia il maggior possibile pendio. A una distanza arbitraria, ma non troppo picciola dal punto iniziale *a* (fig. 72) e in vicinanza del canale primario si scelga un altro punto *i*, e si cerchi da questo, col sussidio del livello, la orizzontale *h i*, e da *a* si abbassi alla stessa la perpendicolare *a b*; sarà questa la ricercata più breve distanza da *a* verso *h i*, e conseguentemente avrà luogo in essa anche la pendenza massima. Si prolunghi questa linea fino ad incontrare il canale primario, ed il punto d' intersecazione col medesimo diverrà lo sbocco del canale secondario, e precisamente sempre con direzione ad angolo acuto, giacchè una confluenza ad angolo retto sarebbe soltanto possibile quando la linea *h i* cadesse nel canale primario, o gli fosse parallela, nel qual caso però questo canale avrebbe una giacitura orizzontale, per conseguenza affatto senza pendio, il che a tenore dello scopo di lui, non può nè deve mai essere presupposto.

§. 22.

Qualora nel tracciamento di questo canale fosse stato commesso un qualche errore, si giunge a scoprirlo e a correggerlo, indagando se il pendio di esso riceve accrescimento col portare superiormente o inferiormente il suo punto di unione col canale primario. Quando la situazione sia stata esattamente livellata, e si abbia un giusto profilo longitudinale del canale primario, cotesto esame può agevolmente effettuarsi sul piano medesimo, e, nel caso di occorso sbaglio, si trova subito il vero punto della confluenza.

Anzi un simile processo può rendere perfino superfluo in campagna quanto si ebbe a indicare nell' antecedente paragrafo.

§. 23.

Questa maniera di procedere deve andar soggetta a una eccezione, allorchè attesa la regolare superficie del palude, la direzione del canale secondario viene altrimenti determinata nel senso degli avvallamenti del medesimo, ovvero quando il canale secondario conseguirebbe per ciò una troppa grande pendenza. Le regole da seguirsi in tal caso saranno indicate al §. 28.

§. 24.

L' andamento dei canali circondarii, i quali debbono lungo il perimetro smaltire l' acqua che dal di fuori affluisce nell' interno della palude, resta in parte determinato dalla pendenza che o lo scopo loro dimanda o la qualità dei dintorni permette che venga ad essi impartita. Il più importante a dirsi su tale proposito viene riservato al seguente capitolo, che ha per oggetto speciale la inclinazione dei canali di asciugamento. La grande utilità dei predetti canali, anzi la loro necessità non può essere rivocata in dubbio. Le acque che si presentano nella palude stessa riempiono già da sè sole la capacità dei canali tirati per lo suo mezzo, e veramente tanto più in breve tempo quanto è minore la pendenza di essi. Si ha quindi ogni motivo per evitare che concorra in essi una massa d' acque ancora più grande, la quale li condurebbe tanto più preto a traboccare, ed allagherebbe i loro dintorni, poichè questa accede da alture, ovvero dalle laterali vallate munite di più forte declive e per conseguenza con una velocità incomparabilmente più grande di quella che può appartenere all' acqua che corre nei canali interiori. Si dovrebbe, per ovviare alle inondazioni, disporre i canali di molto più ampli di quello che possa occorrere per l' interiore massa fluida, ma poscia diverrebbono troppo grandi

per l' ordinario stato dell' acqua, si empirebbero in breve di fango, di canne e di piante palustri, e avrebbero bisogno di una continua espurgazione. Anche l' acqua sopravveniente con maggiore velocità dall' esterno vi apporterebbe ghiaie ed arene, e poi, succedendo un moto più lento, non sarebbe più valida a spinger oltre quelle materie, e le lascierebbe calare al fondo. E perchè poi a una parte dell' acqua, che dev' essere divertita, si lascierà percorrere il palude sino agl' interni canali, quando si ha nelle mani il mezzo di deviarnela, prima ancora che metta il piede nella palude? L' asciugamento delle paludi pontine tra Roma e Napoli intrapreso con ingenti spese, solo perchè si trascurarono codesti canali circondarii, è rimasto incompleto. Solamente nell' unico caso, per altro raro, che un rapido fiume o rivo dotato di forte caduta fenda il palude, e serva ad esso di canale primario, soffre questa regola una eccezione.

§. 25.

Può essere talvolta proficuo, e anzi necessario, di tenere in proprio potere la conduttura dell' acqua del perimetro del palude attraverso il medesimo, cosicchè a piacimento si possa farla decorrere, o per l'una o per l'altra direzione. Quando, cioè, in una stagione estiva molto asciutta i canali interni fossero per diventare così magri, che in massima parte non contenessero che acqua stagnante, la quale, corrompendosi, riempie l'aria di perniciose esalazioni, e promuove il loro coprimento di cannuccie ed altre piante palustri, allora è mestieri erogare a pro di questi canali una parte dell' acqua viva che trovasi ai confini per la via di alcuni fossi a tal fine stabiliti. Per questo caso poi in que' punti, dove tali fossi vengono divertiti dai canali perimetrali, conviene impiantare delle piccole chiaviche munite di paratoie, all'oggetto di conservare in piena sua facoltà l' acqua da condursi attraverso il palude, e la quantità della stessa. Siffatto espediente rendesi bene spesso ne-

cessario a motivo del bisogno d' acqua fresca per abbeverare gli animali, e per altre occorrenze.

IV.

Della pendenza dei canali di asciugamento.

§. 26.

La pendenza dei canali nell' interno della palude viene determinata dalla pendenza della superficie di essa, e l'idraulico non ha in suo potere se non che il confacente riparto della medesima sulla totale estesa dei canali, ed anche questo non senza certa restrizione. La più importante regola, alla quale deve attenersi, consiste in distribuire su tutta la lunghezza del canale la inclinazione in misura possibilmente uniforme, perchè così viene attivata la massima velocità che può aver luogo nella total cadente di esso. Non essendo possibile cotesta uniforme distribuzione, deve almeno essere in tal guisa disposta che varii a grado a grado, e soltanto di pochissimo.

§. 27.

La pendenza superficiale del palude è d' ordinario sì tenue, che talvolta è forza accontentarsi del declive di un solo pollice (met. 0,024) sopra 1000 piedi (met. 243, 22) della lunghezza di un canale, particolarmente verso lo sbocco delle paludi, e che una caduta di tre pollici (met. 0,073) sopra l'identica lunghezza può esser già considerata come una ragguardevole pendenza. Qualora non sia possibile di ripartire questa caduta in modo uniforme, si deve variarla sopra 1000 piedi longitudinali tutto al più di un mezzo pollice, mentre, quando la pendenza varia più rapidamente, si corre rischio che l'acqua che velocemente vi scorre, p. e., nelle abbondanti pioggie, e negli acquazzoni di estate, appunto ne' luoghi dove tutto ad un tratto si è data al canale una pendenza no-

tabilmente minore, trabocchi dalle sue sponde, qualora non sia stato anche in proporzione allargato, locchè nell' ordinario stato dell' acqua dà poi origine ad altri inconvenienti. In tali situazioni altresì, a motivo della velocità tutto a un tratto rallentata, decubitano assai facilmente arene e bellette, che alzano a poco a poco il fondo del canale, e richieggono sovente il rinnovamento di una espurgazione che ingoia troppo denaro.

§. 28.

Qualche fiata trovasi la superficie del palude così variamente inclinata, che non torni possibile di dare ai canali una pendenza sufficientemente uniforme, cosicchè o un canale conseguirebbe nella sua longitudine un declive troppo variante, ovvero un canale secondario ne riporterebbe uno molto più forte di quello del canale primario, col quale va egli ad unirsi. In tale caso vuol essere diminuito il pendio per mezzo di piccole chiuse o briglie condotte attraverso il canale, e renderlo possibilmente simile a quello degli altri canali. Se fossero poi queste chiuse troppo basse, o giacessero troppo vicine le une alle altre, potrebbero nelle piene diventare inoperose. L' acqua allora, passandovi sopra, piglierebbe una uniforme cadente, e le renderebbe invisibili ed inattive. Esse quindi debbono avere sempre un' altezza verticale di tre piedi (met. 0,88) almeno, e la loro vicendevole distanza, quando parecchie ne vengono nello stesso canale fabbricate, deve estendersi per lo meno a 4000 piedi (met. 1167.44).

§. 29.

Le chiuse per iscemare la caduta dei canali divengono altresì necessarie quando, a fronte dell'uniforme compartimento, la pendenza di un canale è tuttavia grande al segno che l' acqua in esso decorrente, a cagione della sua velocità, sia valida di danneggiare le sponde. Per altro un pendio così forte nell'interno di una palude

non può che assai di rado presentarsi; ma bensì nei suoi canali perimetrali. Tali chiuse possono talvolta essere assai utilmente impiegate a pro de' mulini, che sono in ogni caso indispensabili pegli abitanti di una palude disseccata; e in codeste chiuse la determinazione di un' altezza a tale scopo corrispondente è sempre un requisito accessorio, che però non vuole esser tenuto fuori di vista, per quanto ciò può succedere senza discapito degli altri più interessanti fini.

§. 30.

La pendenza dei canali di perimetro è invero ordinariamente più grande di quella degl' interiori canali, essendo ciò richiesto dall' inclinazione quasi sempre più grande delle superficie, le cui acque essi debbono accogliere e scaricare. Ciò non ostante, per la distribuzione possibilmente uniforme della loro caduta, valgono le stesse regole addotte in proposito dei canali interni. Qui diviene essa anche più importante a motivo della prevalente celerità che mette in movimento arene e bellette, le quali poi verrebbono a decubitare ne'luoghi, ove la velocità e la pendenza fossero minori. Qui pure, ove il confacente riparto della caduta incontrasse degli impedimenti nella natural giacitura del suolo, sarebbe d' uopo ricorrere all' impiego delle chiuse sopraccitate.

§. 31.

Una grande circospezione esigono i rivi che provengono dalle laterali vallate, i quali sovente, e in particolar modo nelle situazioni montane, in grazia del loro ripido pendio, e della ragguardevole velocità che ne conseguita, traggono seco una copiosa quantità di ghiarose materie. Se il corso loro non è di gran lunga protratto, e tengono sollevate le materie che asportano soltanto lungo il loro cammino nell' atto che le distaccano dalle proprie sponde, si arriva benissimo a renderli innocui, guarentendo le sponde dalle

corrosioni con adattati rivestimenti, oppure rallentando la loro velocità colle prefate chiuse, o temperando la forza loro, ovvero col mettere in opera al tempo stesso ambidue questi mezzi.

§. 32.

Non sempre però la impossibilità di mantenere il grado della pendenza, che hanno i rivi di questo genere, anche nel canale che è destinato a riceverli, v'impedisce in essenziale maniera il proseguimento delle materie fluviali che sono da essi tradotte, eziandio in pendenza diminuita. L' acqua congregata in un canale regolare scorre più celere che in un alveo irregolare di eguale pendenza, e può quindi spesso succedere il caso che un rivo o fiumicello, allorchè viene ricevuto in un canale di minore caduta, conservi in questo lo stesso grado di velocità, o ne acquisti benanco una maggiore di quella che gli è propria nel naturale suo alveo, dotato di maggiore caduta, ma irregolare. Così porterà innanzi le proprie materie, e soltanto in seguito lascierà che calino a fondo. Ciò viene pure confermato da un esempio degno di essere notato.

In Isvizzera la Plarnerlinth avendosi colle proprie ghiaie rialzato il letto, e reso inoperoso con ciò l' emissario del lago di Wallenstadt, i contorni di quest' ultimo e i di lei proprii eransi convertiti in palude, e per questo motivo venne inalveata in un particolare canale condotto a sboccare in questo lago, affinchè ivi depositasse il pesante treno delle sue ghiarose materie. La Linth sin da principio entra in questo canale con una caduta di 5 sopra 1000 piedi della lunghezza, nel mentre che allo stesso canale poteano esser dati tre piedi soltanto di cadente sopra la detta lunghezza. Si avrebbe quindi potuto serbar timore che la Linth, in un canale dotato di sì minore pendenza, lasciasse decubitare le proprie materie. L' esperienza fece vedere il contrario. Essa, in onta al pendio scemato di due quinti, conservò nel canale lo stesso vigore e la stessa velocità, e convogliò nel medesimo le proprie ghiaie sino

ai dominii del lago. Vedremo in breve come si possa con sufficiente esattezza calcolare la velocità dell' acqua in un canale da scavarsi, dalla sua inclinazione, dal suo contorno e dall' area della sua sezione, le quali cose tutte hanno tra loro una essenzialissima relazione, come già venne indicato al §. 10 della prima Sezione, e si potrà, in conseguenza, facilmente decidere se la futura velocità nel canale da aprirsi rispetto a quella trovata mediante la diretta osservazione nell'alveo sregolato, da cui dovrà esso ricevere l'acqua, non sia per divenire troppo debole, e se anche in questo si renda necessario di decrescere la caduta e la velocità.

§. 33.

Per il caso che cotesto temperamento dovesse risultare troppo dispendioso, ovvero del tutto impossibile, si hanno ancora degli altri spedienti onde rimuovere l' efficacia del male. Si può, allorquando vi esiste propinqua una considerabile cavità, p. e., uno stagno, un lago, ovvero un tratto della palude, il quale per la sua soverchia depressione abbia bisogno delle torbide, all'uopo di venire essiccata, si può, dico, dirigere alla sua volta il torrente, e far che depositi in esso le sue materie, le quali possono recarvi giovamento, o almeno non cagionarvi alcun danno. Il fatto testè riferito, ossia l' incanalamento della Plarnerlinth, e delle sue ghiaie nel lago di Wallen offre il più grande esempio di cosiffatta pratica. Sogliono anche escavarsi delle picciole buche, destinate a ricettare le ghiare, ma che però sono da raccomandarsi soltanto allora, quando le materie in esse accumulate, e che debbono di tempo in tempo esservi levate, impiegar si possano a qualche utile scopo p. e., al racconciamento di vicini viottoli e strade.

§. 34.

Un palude giacente in una valle può avere, nel senso longitudinale di essa, una pendenza pressochè insensibile, ma può essere

notabilmente inclinato dai suoi laterali confini inverso il mezzo. In tal circostanza la caduta dei canali laterali o secondarii vuol essere similmente temperata per ministero di chiuse, ed esser fatta eguale, o almeno quasi eguale alla caduta del canale che attraversa il mezzo della palude, ovvero dei canali perimetrali per le cause già dette. Se poi l'acqua, che sopravviene dai lati, recata vi fosse da rivi che giungono dalle attigue convalli con forte declivio, portando seco abbondante copia di materie, e le condizioni locali non acconsentissero l'interrompimento e la diminuzione della loro caduta, il canale primario dotato di troppo lieve pendenza, verrebbe sempre riempito di arene, ed oppilato. Sotto tali circostanze adunque un asciugamento mediante diversione delle acque palustri può diventare impossibile. Questo fu il caso della Val-di-Chiana, posta fra il Tevere e l' Arno, dalla quale lo smaltimento diretto delle acque venne dai più grandi idraulici di quel tempo dichiarato ineseguibile, e il cui asciugamento potè soltanto aver luogo per via di colmate a mezzo di opportune regole continuate per una lunga serie di anni.

V.

Della sezione dei canali di asciugamento.

§. 35.

Per poter stabilire l' area della sezione dei canali di asciugamento e di quelli del perimetro, si deve prima ricercare la quantità dell' acqua che sono destinati a ricevere, e la velocità con la quale sarà per decorrere in essi.

§. 36.

Onde conoscere la quantità d'acqua che i canali hanno da ricettare e da smaltire, è forza rintracciare la quantità delle acque

che scorrono perennemente, come rivi e sorgenti, e di quelle che giungono nel palude a tempi indeterminati, come le acque pluviali, e ciascuna separatamente, per quanto le circostanze il concedono, facendo precisamente distinzione fra la palude e i contorni di essa.

§. 57.

Egli è bene impossibile di misurare separatamente e direttamente la quantità d'acqua delle sorgenti che scaturiscono nella palude medesima. Si può soltanto determinarla con una esattezza sufficiente allo scopo, facendone la misurazione agli sbocchi della palude, ed anche nel suo mezzo, quando ivi siensi aggregate le acque in fossi e rivi accessibili. Si misura il loro profilo trasversale, e lo si moltiplica per la velocità rinvenuta alla loro superficie e pel coefficiente 0,82 (Sezione seconda, §.21). Dal prodotto di questo calcolo va sottratta la massa d' acqua delle sorgenti e dei rigagnoli esistenti fuori della palude, che affluiscono in essa, e che debbono in appresso essere avviati al confine. Si vede facilmente che, mediante siffatta ricerca, può soltanto determinarsi la portata del canale primario nei tronchi suoi inferiori, e che per determinare quella appartenente ai tronchi superiori di esso, ed ai canali secondarii, è d' uopo intraprendere simili indagini sopra le singole parti del palude. Ma ordinariamente a motivo della inaccessibilità del palude non possono le medesime praticarsi con la competente accuratezza prima della completazione del canale primario, o di una gran parte almeno di esso. Maggiore esattezza concedono le acque correnti fuori del circuito della palude, attesochè sono comunemente accessibili. Naturalmente debbono per tali acque intendersi quelle soltanto che possono venire accolte dai canali esterni, ossia di perimetro: mentre le acque giacenti o sgorganti più a fondo, le quali non possono essere in questi condotte, ma soltanto dai canali

interni divertite, appartengono alla palude stessa, quand' anche giacessero agli stessi confini di essa.

§. 38.

Poichè ostinate e veementi pioggie nelle paludi, che sono quasi sempre costituite in leggera pendenza, possono assai facilmente cagionare delle allagazioni, i canali di asciugamento debbono essere abbastanza spaziosi, affinchè sieno capaci di contenere le acque che derivano dalle insistenti pioggie, onde in tal modo evitare gli straripamenti. Convien dunque por cura di rilevare con quella esattezza che viene dalle località acconsentita, la massa d'acqua che per la summenzionata causa può nei canali affluire. Prony vuole che venga dedotta da osservazioni per più anni continuate la quantità dell' acqua pluviale che suol cadere nel paese, tanto durante l' intero corso dell' anno, come in separati intervalli di tempo, particolarmente in quei giorni che sono segnalati per la caduta di abbondantissime pioggie. Si debbono determinare le aree dei distretti o bacini che tributano le loro acque alla palude, e da queste e dai risultati di osservazioni meteorologiche calcolare la massa d' acqua dei medesimi, e determinarla dietro diffalco di quella che può andare consumata dalle evaporazioni, dalla vegetazione delle piante e dall' assorbimento del suolo lungo il loro cammino sino ai canali di asciugamento. Si vede poi agevolmente a quale incertezza esser deve soggetto anche questo metodo di calcolazione. Prescindendo dal fatto che solo in rarissimi luoghi si hanno in pronto osservazioni così esatte, e per parecchi anni continuate, quali si esigono al conseguimento di questo scopo, congiunte vanno alla loro applicazione numerose altre accessorie circostanze, che ci sono incognite, e che pur si dovrebbero conoscere per ottenere un soddisfacente risultamento, mentre rimarrà sempre impossibile di determinare, anche solo con qualche esattezza, a quanto arriva quella notabilissima quantità d' acqua pluviale

che viene esaurita e dispersa dalle evaporazioni, dalla terra e dalla vegetazione; una quantità che dalla specie, dal numero e dalla grandezza delle piante di cui la terra è coperta, dalla umidità o dall' aridità del suolo, secondo che precedette o umida o asciutta stagione, dal tempo di cui l'acqua pluviale ha bisogno per giugnere sino ai canali di asciugamento, e da molte altre ancora non definite circostanze, parte in sè stessa, parte negli effetti suoi può estremamente variare. In ogni modo, egli è confacente, giusta i precetti di Prony, di prendere in riguardo osservazioni meteorologiche proseguite per un corso di tempo abbastanza protratto, qualora siano state fatte con sufficiente accuratezza in qualche luogo non troppo lontano; ma il mezzo più sicuro, e che mai si deve negligere, consiste sempre nel diretto scandaglio delle acque in que' punti ove si uniscono, o dove hanno l' egresso. Non si deve quindi trascurare ogni opportunità d' intraprendere siffatto scadaglio colla possibile accuratezza; e quando tale opportunità non fosse per presentarsi, si cerchi di supplirvi almeno prendendo notizie intorno le avvenute massime piene, ovvero traendo partito dai segnali che quelle lasciarono dietro di sè. Convien fare queste osservazioni nel maggior numero possibile di luoghi, poichè in tal guisa si giugne a determinare con maggior precisione la profondità e l' ampiezza de' canali appartenenti alle singole parti del palude, ed i punti ove importa di aumentare la loro larghezza per metterli in giusto rapporto con la maggior massa d' acqua che debbono accogliere.

§. 39.

Quando si abbiano in tal modo rilevate le quantità d' acqua che dai diversi punti del palude o del suo contorno sono da divertirsi, si conosce anche a un dipresso la quantità d' acqua che ciascuno di questi deve ricevere nei varii tronchi della sua lunghezza.

Dalla loro pendenza, la quale dev'essere naturalmente in precedenza determinata, attesochè la direzione dei canali è risultata dalla pendenza delle singole parti del palude e de' suoi contorni, si sarà in grado di ricavare le velocità che avranno luogo lungo i medesimi, e da queste e dalle quantità dell' acqua da raccogliersi si avrà l' area della loro sezione, benchè dapprincipio soltanto a un dipresso. Ho detto a un dipresso, poichè la figura e la grandezza della sezion dei canali tuttora indeterminata non è d' indifferente influenza sulla grandezza della velocità. Dal profilo del canale antecedentemente fissato non si può che per approssimazione calcolare più esattamente il profilo che risulta in effetto necessario. Prima però di passare a questa maniera di calcolo, io debbo riferire ancora qualche cosa circa la forma di cotesti profili, e circa la profondità de' canali.

§. 40.

Dalle premesse, si può bastevolmente convincersi esser quasi impossibile di determinare con sufficiente esattezza la quantità d'acqua che i canali debbono accogliere. Si è perciò nel maggior numero dei casi nella condizione di dover progettare le sezioni dei canali alquanto più ampie di quello che sono necessarie. Egli è quindi confacente di dare alle stesse una configurazione, per cui la loro capacità, benchè alquanto troppo grande, sia resa innocua, senza che perciò cessino di essere operose anche per quantità d' acqua molto più piccole, poichè la massa di quella ch' esser deve convogliata nel medesimo canale, può essere nei diversi tempi molto variante. Laonde lo scopo di contenere nel minor possibile perimetro del loro profilo lo spazio occorrente all' oggetto di promuovere la velocità dell' acqua, non viene invero totalmente raggiunto, ma sorge in cambio il vantaggio di promuovere degli altri scopi, che però non sono meno importanti. Quella sezione di un canale, la cui superficie è racchiusa nel minor possibile peri-

metro, acconsente la massima velocità dell' acqua che per esso decorre. A tal condizione corrisponderebbe perfettamente il semicerchio; ma di leggieri si scorge che, per un canale scavato nella terra, siffatta configurazione profilare sarebbe inapplicabile e ineseguibile insieme, e che qui non può darsi luogo a una forma diversa da quella di un trapezio. Fra tutti i trapezii adoperabili per la sezione di un canale, la metà dell' esagono si accosterebbe più di tutti alla semicirconferenza; le sue sponde però diverrebbero troppo ripide, e conseguentemente assai poco durevoli. Eitelwein propone quindi una sezione trapezoidale (fig. 71), che risulta da un profilo rettangolare *gikh*, la cui larghezza eguaglia due volte l' altezza. Si divida la sua larghezza in tre parti, una di queste si assegni alla linea del fondo *cd*, e si faccia la linea superiore eguale a cinque di queste medesime parti, l'altezza *ef* ne comprenderà quindi 1 e mezza. L' altezza *bm* della scarpa dei lati starà dunque alla loro base nel rapporto di 3 a 4. Ma anche tale scarpa per terreno leggiero riesce di soverchio pendente, in particolar modo ne' canali, dove le sponde penetrate dall' acqua sono anche più facilmente proclivi a dilamare; in terreno forte e compatto è la più conveniente di tutte. Nei canali di asciugamento si deve poi anche avere il già mentovato riguardo alla necessità di renderli operosi per altezze d' acqua assai differenti. In grande siccità può, cioè, darsi il caso che la tenuissima quantità d' acqua che trovasi nel canale, se il fondo di questo sia troppo ampio, non conservi vigore bastante per impedire il sedimento delle torbide. Si evita simile inconveniente col dare maggior base alla scarpa delle sponde, con che il canale diventa verso il fondo più stretto, e le acque più magre vengono raccolte entro uno spazio più angusto, e in pari tempo il canale, allargandosi in tal modo rapidamente verso la bocca, offre anche bastevole capacità alle crescenti altezze dell'acqua. È dunque opportuno di protrarre la scarpa sino alla ragione di 1 : 2, anzi di 2 : 5, fra l' altezza e la base.

§. 41.

Essendovi luogo per una sufficiente profondità, si può dare alla sezion del canale due diversi profili in larghezza, di cui l' uno sia determinato per lo stato d' acqua ordinario, l' altro per le acque più alte. Nella figura 75 si offre un modello della disposizione da darsi a questi profili. Il canale *efgh* è, cioè, preparato per lo stato ordinario dell'acqua. Sopravvenendo le piene, l'acqua sormonta le ripe *ce*, *fd*, e va ad occupare il canale *abcd* (mentre si può in certo modo considerarlo come un particolar canale giacente sul primo). Ove il fondo *gh* non possa essere più depresso, e le piene sopravvengano in una stagione, nella quale l'alzamento dell'acqua sino alla superficie del palude, od anche alquanto più sopra della medesima, non possa riuscire di danno, ovvero troppo breve sia la loro durata, perchè possano esser valide a cagionare un danno generale, è bene di circoscriverle da ambi i lati del canale con argini *lakm* (*ki* rappresentando il livello del terreno adiacente), e con ciò si risparmia nell'ampiezza del canale, e conseguentemente nelle spese di escavo e nello spazio.

§. 42.

La profondità dei canali dev' essere fissata prima della loro larghezza, essendo condizionata parte dalla giacitura e dalla qualità del palude, parte dal genere di coltura a cui si vuol destinarlo, e perchè la loro ampiezza naturalmente dipende dalla loro profondità. Il pelo dell'acqua nei canali deve stare almeno 1 piede e mezzo (met. 0,44) sotto la superficie dell' adiacente suolo fruttifero, qualora venga destinato al semplice uso di pascolo. Ma tale altezza è pressochè insufficiente, quando si voglia ridurre il fondo palustre atto alla coltivazione dei grani, e meno ancora per quella dei frutti, nel qual ultimo caso il pelo dell' acqua deve trovarsi 5 piedi (met. 1,46) almeno sotto il livello del suolo. Nelle vaste pa-

ludi è sempre necessario di arrivare a questo limite, qualora l' asciugamento debba al tempo stesso produrre essenziale miglioramento del clima dei contorni. Non è però del tutto in arbitrio e in facoltà dell' idraulico la profondità sino alla quale convien abbassare la superficie dell' acqua, mentre non di rado, e singolarmente nelle paludi di poca estensione, la mancanza di sufficiente pendio, e la giacitura non abbastanza depressa degli sbocchi loro, sono essenziali ostacoli per abbassare quanto si desidera il livello dell' acqua nei canali. In tal caso, al difetto di profondità nei canali, si cerchi di supplire coll' abbondante ampiezza di essi.

§. 43.

Quando nel progetto d' asciugamento di una palude siansi determinati il sito, la distribuzione, l'andamento, la pendenza, la profondità e la grandezza della scarpa dei canali, e rinvenute si abbiano le quantità d'acqua che ciascuno di essi è destinato a raccogliere e divertire, si passa alla fissazione della loro larghezza, al qual proposito viene in acconcio il seguente metodo di approssimazione.

Si cerchi prima di ritrovare la velocità approssimativa nel canale da scavarsi. Si arriverà comodamente allo scopo, ove si procuri dedurla dalla velocità effettivamente misurata in un fiume, rivo o canale, che abbia a un dipresso le identiche dimensioni. Procurerò di rischiarare il processo da seguirsi onde trovare dapprima l' approssimativa velocità ed ampiezza del canale da escavarsi, e da questa per avvicinamento quella che può aversi per sufficientemente esatta, mostrando il modo di risolvere praticamente il problema.

Si tratti, per esempio, di conoscere la media larghezza di un canale principale d'asciugamento, la quale con pendenza di pollici 4,2 (met. 0,10) debba smaltire 675 piedi cubi d' acqua al secondo, non potendo avere un' altezza d' acqua maggiore di piedi

4,5 (met. 1,30). Per trovare primieramente la sua velocità approssimativa, serva l' osservazione di un picciolo fiume, che scarica 700 piedi cubi di acqua non una inclinazione di pollici 5,5 (met. 0,132) e una velocità di piedi 3,7, ossia 43 pollici (met. 1,05) al minuto secondo.

La velocità dell' acqua in due canali o letti di fiume eguali, ma dotati di diverso pendio, stanno tra loro come le radici quadrate delle respettive cadenti. La velocità x del canale da scavarsi ci vien quindi data dalla proporzione che segue :

$\sqrt{55} : \sqrt{42}$ ovvero 7, 416, 6. 48 :: 43″ : x.

La velocità cercata sarà dunque di pollici 37,57, ossia piedi 3,13.

Ora si ricava l' area della sezion del canale, dividendo la massa fluida da smaltire, per la velocità trovata : essa è quindi 215, 65 : 4, 5 = 47, 9′.

Si potrebbe ammettere per soddisfacente un tale risultato, se il moto dell' acqua in un canale o fiume non fosse rallentato dal suo contatto con l' alveo, e perciò il rapporto del perimetro della sezione in contatto dell' alveo all' area della sezione medesima sarebbe di notabile influenza sulla velocità. Non si può certo ammettere che tale rapporto nel canale da scavarsi si trovi in perfetto accordo con quello del fiume nel quale venne fatta la osservazione che qui serve di base. Si deve quindi cercare la velocità che avrà luogo nel canale, e se questa fosse notabilmente discorde da quella in sul principio trovata, variare e correggere secondo il bisogno l' ampiezza del canale.

A tenore della formola abbastanza esatta di Eitelwein, si trova la velocità dell'acqua corrente in un canale o in un alveo regolare, dividendo l'area della sezione per il perimetro bagnato dall'acqua, moltiplicandone il quoto per un altro quoziente, che si ottiene col dividere la caduta che ha luogo in una certa lunghezza, per questa stessa lunghezza, con estrarre la radice quadrata dal prodotto

che ne risulta, e con moltiplicare questa radice per 90,9. Questo coefficiente poi venne ricavato dietro calcolazioni fatte in piedi del Reno, e devesi, in conseguenza, anche per le altre quantità che figurano in cotesta formola, fare uso del piede renano come unità di misura.

Se si dà alle sponde del canale una scarpa di 2 piedi, questa ottiene nella sezione la lunghezza di piedi 10,06, conseguentemente il perimetro del profilo è $10,06 \times 2 + 38,9 = 59,02$.

L' area della sezione sia $Q = 215,65'$, il perimetró bagnato di essa $P = 59,02$, la pendenza sopra la lunghezza di 1000 piedi $H = 4,2''$; perciò questa lunghezza medesima $L = 12000''$. Dunque la velocità $C = 90,9 \times \sqrt{\left(\frac{Q.\,H.}{P.\,L.}\right)} = 90,9 \sqrt{\left(\frac{215,65}{59,02} \times \frac{4,2}{12000}\right)} = 3,25'$, per conseguenza 0,12, più grande di prima, attesochè in un canal regolare ottiensi sempre una velocità alcun poco maggiore di quella che ha luogo in un alveo naturale di eguali dimensioni e di eguale caduta, perchè non mai così regolare. Con questa velocità poi smaltirebbe il canale $215,65 \times 3,25 = 701$ piedi cubici, vale a dire, 26 piedi cubici più di quello che è necessario. Quantunque la differenza non sia rilevante, si vuol però restringere il canale al segno che occorre perchè possa ricevere una quantità niente più grande dei richiesti 675 piedi cubici. Esso quindi non avrà bisogno che di $675 : 3,25 = 207,7$ piedi quadrati in sezione, e di piedi $207,7 : 4,5 = 46'$ in larghezza. Per conseguenza, la larghezza dapprima trovata deve essere scemata di piedi 1,9. Ora la velocità, che acquisterà l' acqua in questa forma del canale, non differirà verosimilmente che di pochissimo da quella dapprincipio trovata; poichè il perimetro del profilo del canale viene, è vero, variato di 1,9', ma eziandio la superficie di esso subisce in pari tempo la variazione di 8', e il precedente rapporto tra

loro, resta soltanto di poco variato. Ora si ha dunque $C = 90,9 \times \sqrt{\left(\frac{207,7}{57,12} \times \frac{4,2}{12000}\right)} = 3,24$ piedi, cioè solo di 0,01 più piccola che prima, e smaltirà pertanto un volume d' acqua di $207,7 \times 3,24 = 673$ piedi cubi, cioè due meno di quanto si esige; una differenza così tenue, che può essere affatto trascurata. Del resto, è benissimo possibile che non così tosto si colpisca nella vera larghezza del canale, come nell' esempio proposto, quando cioè l' osservazione che si mette a fondamento del calcolo sia stata fatta in un rivo o fiume, le cui dimensioni divergano maggiormente da quelle del canale, e che si debba quindi ripetere più volte cotesto metodo di approssimazione. Si vedrà facilmente che in questo paragrafo venne considerata la sezione dei canali solamente dal pelo dell'acqua all'ingiù, mentre le loro parti che stanno di sopra rimangono estranee alla suaccennata ricerca.

§. 44.

Quando in un canale debbonsi disporre due diverse sezioni per l' acqua media e per le piene, come si è indicato al §. 41, è d' uopo determinare previamente le quantità dell' acqua a parte, vale a dire quella che dovrà essere accolta nella più picciola bassa porzione del canale, e quella che avrà ricetto nella superiore più grande porzione del canale medesimo. La parte inferiore dev' essere sufficiente allo stato ordinario dell' acque, che tocca il segno dello stato di piena, la parte superiore è precisamente destinata a contenere le piene. Le loro medie larghezze vengono stabilite dietro il metodo additato nell' antecedente paragrafo. Si tratta, cioè, la bassa parte per sè separatamente, e poscia nella stessa guisa la larghezza della parte superiore per quella massa d'acqua che non trova spazio nella sottoposta porzione, e, nel calcolare il perimetro nella sua sezione, non si considera la linea *e f*, giacchè in questa parte di essa non può aver luogo alcuna rallentatrice aderenza.

§. 45.

Così fatti profili saranno di rado necessarii pei canali interni, qualora non si trascuri di divertire lungo il perimetro della palude le acque che scaturiscono al di fuori di essa. Ma con tutto ciò divengono talvolta indispensabili nell' interno stesso della palude, e allora non si potrà che raramente evitare di rinchiudere fra argini anche i canali secondarii, che mettono capo nei canali primarii in quella guisa arginati, protraendo a monte la linea di arginazione sin dove giungono le piene del canale primario. I piccoli fossi di scarico, che hanno il loro sbocco nei maggiori canali, devono, in tal caso, essere condotti sotto gli argini, munendo le loro bocche di cateratte, quali furono descritte al §. 51 delle Sezione undecima.

VI.

Dell' asciugamento dei paludi in istrette valli di fiume.

§. 46.

I paludi esistenti nelle strette valli di fiume nacquero comunemente nella maniera che segue.

1. Per progressivo alzamento delle sponde, in quanto che il fiume o rivo durante le sue escrescenze depositava vicino ad esse le proprie torbide, e allora l' acqua dei laterali terreni, che così rimanevano più depressi, incontrava un impedimento di scolare nel suo natural canale di scarico, e doveva quindi ristagnare.

2. Per soverchia larghezza del fiume, in causa della quale lasciava decubitare le proprie materie, rialzava il proprio letto, e si elevava a poco a poco sopra il circostante terreno a segno, che questo dovette ridursi alla condizion di palude.

3. In alti monti, per causa degli ammassi di pietre e di ghiaie

che si formarono allo sbocco delle convalli, o delle vie profondamente solcate dall'acque, si estesero a poco a poco sino allo stesso fiume, lo traversarono da ultimo, e produssero con ciò l'effetto di un argine o chiusa che lo faceva indietreggiare, e sollevarsi di pelo, per il che allora i superiori distretti dovettero convertirsi in paludi.

4. Dalle eminenti creste delle chiuse da molino, e dalle soglie impostate troppo alto, del che si deve per lo più incolpare la poca o nessuna vigilanza delle politiche autorità sopra i mugnai, e sopra i loro idraulici edifizii.

§. 47.

1. Nel primo caso conviene, innanzi a tutto, esaminare se colla rettificazione del fiume, colla repristinazione e col mantenimento della sua normale larghezza, col riparto perfettamente uniforme della sua forse variabile cadente, ed anche colla immediata manuale escavazione del rivo o fiume, si possa effettuare un sufficiente approfondamento del medesimo onde procacciare alle due parti della valle che esso fende per mezzo, ora più depresse delle ripe, un sufficiente scarico delle lor acque. Se poi questo solo mezzo non valesse a mettere perfettamente in asciutto la valle, sarà facile di compiere l'asciugamento mediante canali secondarii diretti obliquamente all'ingiù nel fiume o rivo, che funge l'officio di canale primario. Nel prosciugamento di un tal palude, operato l'approfondamento del fiume, si procede generalmente in tutto come con una palude avente un sol canale primario.

§. 48.

Non potendo il fiume che attraversa la valle essere al giusto segno approfondato, si deve effettuare lo scolo delle acque per mezzo di canali tirati da ambe le parti della palude, ed occorre allora il caso di già enunciato, che debba essa trattarsi siccome due separate paludi, ciascuna delle quali ha bisogno di un proprio

canale primario, che importa di condurre per una situazione ampia quanto basta, e avente un declivio all' ingiù, da scegliersi dietro la scorta dei risultamenti della livellazione di tutta la valle, e del fiume che per mezzo la fende.

§. 49.

2. Allorchè il fiume, in causa della soverchia larghezza, si trovi scemato di forze per sospingere innanzi le proprie materie, e queste vengano perciò a decubitare lungo l' alveo innalzandone il fondo a poco a poco, e producendo l' impadulimento de' suoi dintorni, si è già detto come si possa quasi sempre costringerlo ad escavarsi di bel nuovo, col ridurlo, cioè, per mezzo di ripari e di argini, alla sua normale larghezza, donde poi segue che l' acqua dai circostanti terreni può nuovamente scolare nel fiume, e il palude dallo stesso prodotto, asciugato rimane. La maniera con la quale si procede in questa operazione è stata descritta nella Sezione ottava. Il fiume serve allora di canale primario, e se fosse qua e là necessario qualche altro lavoro di prosciugamento, si verifica questo mediante particolari fossi di scarico.

§. 50.

3. I ringorghi generati dagli ammassi di pietre e di ghiaie non possono sopprimersi se non che rimovendo immediatamente quella parte di cotesti ammassi che ha posto già il piede in seno del fiume. A tal fine si deve premettere un' accurata livellazione di tutto il tronco fluviale percorrente la valle da prosciugarsi, e in seguito di ciò si stabilisce una uniforme cadente del fiume, e vengono disgomberati quegli obici dall' alveo, sino a quella profondità che occorre per conseguire l' intento. Nel maggior numero di questi casi, per rendere se non impossibile, per ovviare almeno quanto più si può al ritorno della causa del male, è necessario di tracciare una strada ai massi di pietrame che si presentano dalle gole dei

monti, il che può aver luogo per mezzo di un fosso profondamente incavato nell' ammasso dal suo vertice inverso l' orlo del lato discendente, lungo il quale poi le roccie pigliano il loro cammino senza arrivare sì presto al letto del fiume. Può naturalmente accadere che le materie pietrose riempiano questo fosso, e minaccino di arrestare di bel nuovo il fiume nel suo corso, o che effettualmente lo arrestino. Allora conviene dar mano a un novello sgombramento, e se la riproduzione di cotesto accidente fosse da temersi frequentemente, e non si potesse schivarla, l' esito dell' asciugamento, e l'aumentato valore e reddito dei terreni prosciugati faranno decidere se si debbano o meno intraprendere sì fatti sgombramenti, le spese dei quali hanno da stare in bilancia cogli utili che ne derivano. Qui però non vuolsi lasciare inosservata la possibilità di prevenire o almeno di sminuire e ritardare il trasporto delle masse pietrose, e il loro distacco dalle spalle dei monti per via di piantagioni, e premunendo meglio le sponde dei rivi laterali, e regolandone il corso mediante artificiale scemamento delle pendenze con l' intermezzo di chiuse.

§. 51.

4. Se l' impadulimento della valle è dipendente dalla erezione di chiuse contrarie allo scopo e troppo elevate, ovvero dalla troppo alta impostatura delle soglie, allora il rimedio al certo più conveniente e più naturale sarebbe la rimozione o lo sbassamento delle medesime. Ma sol di rado si possono vincere le difficoltà non tecniche, che stanno contro l'applicazione di sì fatto provvedimento, anzi ben di rado riesce che si possa solamente in parte mandarla ad effetto. Il mezzo a questo più prossimo rimane adunque la costruzione di sfogatori abbastanza spaziosi. Quand' anche non si possa contemporaneamente sbassare la chiusa, pure si ottiene dagli sfogatori un effetto molto benefico, attesochè le chiuse troppo alte solo in tempo di piena recano ordinariamente il maggior danno,

e a questo appunto, mediante apertura degli sfogatori, se non sempre e per intiero, spesso per altro, e in massima parte, può esser posto rimedio. L' espediente più adattato e più efficace per l' essiccazione dei paludi originati da chiuse troppo rialzate, consiste, insieme agli sfogatori, nell' impiego dei canali laterali, rispetto ai quali il fiume o rivo fa l' ufficio di canal principale, in seno a cui vengono immediatamente condotti a valle di una chiusa. L' acqua costretta superiormente a straripare verrà di nuovo da questi canali restituita inferiormente al rivo o fiume libero da rigurgiti. Ove però si vegga possibile, non bisogna tralasciare la rimozione o lo sbassamento delle chiuse.

VII.

Dell' asciugamento dei paludi mediante alzamento o per colmata.

§. 52.

La colmata ha luogo conducendo sul fondo da correggersi o da rialzarsi per suo mezzo dell' acqua pregna di terre, di sabbie, e di ghiare, che ivi depone il suo carico, e poscia limpida viene nuovamente divertita o lasciata in parte evaporarsi, o a poco a poco seccarsi.

§. 53.

Vario può essere lo scopo di questo superficiale dilavamento. O serve alla correzione del suolo, ovvero al rialzo di esso, o, come spesso è il caso, a entrambi questi fini. Il terreno conquistato alla palude è sovente in buona parte composto di sabbia, ovvero anche di torba. Il primo è troppo leggiero per poter giugnere da sè solo a una ragguardevole fertilità. La torba, passata che sia in putrefazione, forma in vero una negra terra vegetale assai fertile, ma può essere anche essenzialmente migliorata mischiandola con

sostanze propriamente terrose, in singolar modo con terra argillosa o cretosa. Se avvi dunque la possibilità di recarvi questa od altra terra, si abbia sempre la cura di farlo. Il trasporto con carri o carriuole è troppo costoso, e appunto per questo sarebbe inesegguibile ove ciò avesse a succedere sopra una superficie di qualche estensione. Ma quando l' acqua può essere impiegata come mezzo di trasporto, questo metodo di miglioramento riesce effettuabile anche per ampii latifondi. Giacendo una palude a segno tale depressa, che non si possa per alcun verso deviare l' acqua da essa, è tuttavia suscettibile di prosciugamento, qualora vi si possa condurre attraverso un rivo o fiume, che tragga seco ghiaie ed arene, e che nelle piene sia impregnato di terre insieme dilavate. Si è così in istato di alzarne gradatamente la superficie sino al punto che occorre per effettuare la diversione dell'acqua a mezzo di canali scolatizii.

§. 54.

Prima di passare all' atto di cotesta pratica, bisogna indagare se il fiume da adoperarsi a tal fine tragga seco una sufficiente quantità di materie, onde non divenga poi necessario un tempo troppo lungo per ottenere l' effetto, e inoltre se queste materie abbiano le proprietà che all' uopo richieggonsi. Trattandosi di semplice correzione, e non di un considerabile rialzo del suolo, si coglie il frutto delle proprie fatiche, quando nel corso di un anno si giunge a portarvi sopra un solo quarto di pollice, ed anche meno di terra vegetale. Allorchè è necessario il rialzo, sorge subito il quesito se, fatto un calcolo esatto del capitale che occorre per l'impianto del sistema generale delle colmate, per i censi del capitale medesimo, per le spese che sono oltre a ciò inerenti all'impiego di questo metodo di bonificazione sino al pieno e totale suo effetto, l' importo complessivo di tutti questi elementi di spesa si trovi in una favorevole proporzione col valore dei fondi per tal mezzo

elevati. Poscia quando è torbido il fiume, segnatamente in tempo di piena, si attinga al medesimo un determinato volume di acqua, si lascino depositarsi le parti solide in essa contenute, si misurino e si pesino, e si faccia il confronto tra queste e la massa fluida, dalla quale furono separate, si ricerchi quanti giorni dell' anno in termine medio si possa far calcolo sopra acque torbide, in quale misura se ne possa disporre pel divisato intento, e dal confronto con la quantità di cui si ha bisogno per conseguire l' effetto, si sarà in grado allora di stabilire con bastante esattezza il tempo a tal fine occorrente.

§. 55.

Già s' intende che in tale bisogna non può rimanere fuor di vista la natura del materiale che si divisa di mettere in tal guisa a profitto. Se trattasi della semplice migliorazione del fondo, ossia della formazione del supremo strato coltivo, si ha per ciò bisogno di pingue limo o fertile terra. E quando le torbe del fiume servir debbono ad un ragguardevole alzamento, o alla riempitura di qualche cavità, si può certamente adoperare pegli strati inferiori anche pura ghiaia ed arena. Vedremo in appresso come, nel caso siano in luogo entrambe queste specie di materiale, si possa riserbarsi la libera scelta fra loro.

§. 56.

Vi sono due diversi metodi di colmata uno irregolare, e regolare l' altro. Nell' applicazione del primo, si guida liberamente il rivo nel distretto da colmarsi, dov' esso si può spandere senza ostacolo per tutte le direzioni, e lasciar decubitare le proprie materie. Nella colmata regolare si circonda lo spazio da bonificarsi, o tutto o in parte con argini, s' introduce in esso l' acqua torbida col mezzo di chiaviche, facendola di bel nuovo scolare, allorchè ha deposto il suo solido contenuto, e dietro questo secondo

metodo appunto si può regolare la conveniente distribuzione dell' alluvionamento, e la formazione di una superfizie uniforme e piana, ed in parte anche la scelta delle varie materie che si hanno alla mano, molto più che nella prima maniera, a piacimento e a norma del bisogno.

§. 57.

Avendo il rivo o il fiume, che dev' essere derivato pella irregolare colmata, un ragguardevole pendio prima del suo ingresso nella valle, non c' è bisogno di altre operazioni preparatorie per avviarlo nella medesima. Se gli manca invece una sufficiente caduta, si rende d'ordinario necessaria una chiusa, che lo rigurgiti, e faccia possibile ovvero faciliti il suo incanalamento nel distretto da colmarsi. Entrato che siavi, esso si spande dapprima nelle situazioni basse, massimamente quando viene incamminato alla volta di quelle per mezzo di fossi, e allora a poco a poco le riempie colle sue torbe. Appena che una di queste bassure è colmata, si può agevolargli la via ad altre ancora col mezzo di fossi convenevolmente situati, ovvero, qualora sia abbastanza copioso di acque, si può anche dividerlo in due o più rami. Si vede però facilmente che in tal modo non si può reggere abbastanza l' andamento della colmata, nè impedire che le torbe si depositino qua più, là meno di quello che è necessario, e che in alcuni luoghi, particolarmente là, dove la massa d' acqua introdotta incomincia a spaliare, vengano a giacere soltanto infeconde ghiaie ed arene, e spesso invero più di quello che occorre per l' alzamento. Queste però non sono le uniche imperfezioni di siffatto metodo di alluvionamento, mentre può esser causa altresì di reali svantaggi.

§. 58.

Il principale tra questi si verifica quando la palude è attorniata da terreni fruttiferi, ma poco più alti di essa. Mentre la di

lei superficie si va innalzando, può essa tanto più facilmente estendersi anche su quelli, perchè, a motivo della sua più depressa e non per anco abbastanza rialzata giacitura, l'acqua condottavi sopra non può ancora esserne, difficilmente poi, e mai per intiero nè perfettamente deviata. Possono dunque i fertili terreni immediatamente contigui, almeno per un tratto di tempo, andare soggetti a qualche decremento nei loro prodotti, e talvolta possono anche ridursi allo stato di palude. Ciò appunto suol avvenire allorquando si versano nella valle piccioli rivi o rigagnoli d' acqua muniti solamente di una debole pendenza, la quale però è grande appunto quanto che basta per mantenere asciutti i loro immediati contorni. L' alzamento della palude può oppilare i loro sbocchi, arrestare lo scorrimento dell' acqua, e guastare per soverchia umidezza le adiacenti compagne. Eguale effetto può essere cagionato dal rigurgito della chiusa che viene fabbricata per dirigere il rivo nella palude. Anche la completa nuova diversione dell'acqua dal palude, quand' anche sia addivenuta possibile in grazia del seguito imbonimento, attesa la irregolar forma che prende la sua superficie, incontra talvolta delle difficoltà, e rende malagevole, per lo meno, la confacente distribuzione dei canali di scolo.

§. 59.

La probabilità di tali inconvenienti esige avvedutezza e riflessione per ovviarli, ovvero per allontanarli. Onde impedire la protrazione del palude al di là de' suoi antecedenti confini, la quale può essere occasionata dal suesposto metodo di alluvionamento, il più confacente ed unico mezzo consiste nel condurre per i suoi confini nell'altezza, in cui è appunto possibile ancora la diversione dell'acqua, un fosso, il quale riceva e smaltisca l'acqua che si alza sopra il fondo palustre, e mette il piede sui confini di esso, prima che possa spaliare sulle contigue asciutte compagne. Siffatto espediente è quasi sempre applicabile con buon esito, essendo questa

appunto l' altezza che costituisce per lo più il confine tra la palude e il suolo fruttifero. I piccioli corsi d' acqua che sboccano lateralmente vengono guidati in questo fosso, il quale dev' essere abbastanza spazioso per poterli ricevere. Le condizioni locali potrebbero veramente rendere superfluo il prefato fosso, ma, ciò non ostante, dare adito qua e là all' oppilazione delle bocche de' fossi laterali, e allora non è lecito di aspettare un solo istante a riaprirle. Ai danni che possono provenire dal rigurgito del rivo o fiume da derivarsi, nei terreni che gli sono immediatamente attigui, si pone riparo col rinchiuderne l' alveo fra argini, i quali per tale oggetto non hanno bisogno di essere singolarmente alti e robusti, massime se la chiusa di qualunque siasi struttura vada munita degli occorrenti sfogatoi, per tenerli aperti durante le piene.

§. 60.

Compiuta in tal modo la colmata, sorge subito la questione se il fiume, a mezzo del quale essa venne effettuata, si debba ricondurre nel precedente suo letto, ovvero se convenga fargli attraversare il distretto prosciugato, ed ivi scavargli un alveo diritto, regolare e permanente. Le condizioni locali possono qui soltanto decidere. La debole caduta, che può esso ordinariamente in questo nuovo corso ottenere, e che potrebbe dargli motivo a frequenti straripamenti difficilmente riparabili, darà luogo nella maggior parte dei casi a preferire il ritorno verso il più lontano antecedente suo verso.

§. 61.

Tutti gli svantaggi che vanno congiunti alla irregolare colmata non sono da temersi nell' impiego della colmata regolare, ma questa in cambio richiede apparecchiamenti più complicati e più dispendiosi. Si deve per essa poter conservare in propria facoltà il quantitativo dell'acqua da condursi nel palude, in parte lo stesso

tempo, durante il quale se ne deve far uso, e l' ampiezza dello spazio che trovasi per buono di coprire con la medesima, e si deve per essa essere in istato d' impedire l' accesso alle materie fluviali più grossolane, come ghiare e sabbioni, tosto che per il proprio scopo non se nè ha più bisogno, e diffondere le sole fine bellette, e la fertile terra sopra il suolo da correggersi o da innalzarsi. Vediamo ora in che consistano siffatti apparecchi.

§. 62.

La parte di questi apparecchi da eseguirsi innanzi a tutto è la erogazione dell' acqua dal fiume, le cui torbide devon essere all' uopo impiegate. Se questo è un fiume arginato, convien traforare il suo argine, e l'apertura, che ne risulta, va munita di una chiavica con paratoie. L'altezza della ripa, e la condizione se debbonsi introdurre nel palude anche le grosse materie, ovvero soltanto terra e fanghiglia, devono determinare a quale profondità va impostata la soglia di questa chiavica, e se dalla stessa insino al distretto da bonificarsi sia o no necessaria l' escavazione di un canale. Volendosi adoperare le materie più voluminose per fondo della bonificazione, la chiavica dev' essere posta più a basso che sia possibile. Se il fiume corre disarginato, cessa allora il bisogno della chiavica, e basta ordinariamente il solo canale di derivazione. In quei siti, dove le sponde di questo canale sono più depresse di quelle del fiume, si alzano degli argini, affinchè l' acqua non vada intempestivamente a sormontare le ripe, e non perda la forza di trasportare le proprie materie in seno al palude. Se si trattasse di un picciolo fiume con le sponde alte in modo che sol di rado le sue torbide esser potessero incamminate nella palude, si può innalzare il suo pelo mediante una chiusa amovibile, per la quale, in grazia della semplicità e della modica spesa, potrebbe assai di frequente rendersi preferibile ad ogni altra la struttura descritta della Sezione nona, e rappresentata dalla fig. 48.

§. 63.

Il palude dee venire circondato da argini, o per tutto il suo giro, ovvero in parte, trattandosi di una grande estensione, con che si viene a formare un bacino che riceve le acque torbide del fiume per trattenerle fino a che tutte le parti solide in esse natanti siansi calate a fondo. L' altezza di tali argini dipende dallo stato più alto, al quale puossi mantenere il livello dell' acqua nel canal conduttore, dovendo essere tenuti alquanti pollici più elevati di questo, e colla sommità, per quanto si estendono, orizzontale.

§. 64.

Cotesti argini non dovendo essere di una notabile altezza, e non avendo da opporre resistenza nè all' assalto di una corrente, nè a quello di una improvvisa irruzione di ghiaccio, non hanno mai bisogno di una grande solidità. Una sommità larga 2 piedi (met. 0,58) è in ogni caso bastante, e solamente la percossa delle onde nel soffiare di venti gagliardi, qualora inchiudano una vasta superficie, può recar loro qualche danno. Contro ciò poi vale a proteggerli una scarpa alquanto più protratta nell' interno. Per la stessa cagione, anche in questi argini, non si ha d'uopo di usare alcuna cautela nella scelta del materiale, cautela che è pur necessaria nelle arginature dei fiumi. La torba medesima è per ciò adoperabile, mentre i trapelamenti dell'acqua non possono qui portare alcun danno, dappoichè essa filtrerebbe attraverso limpida, e lascierebbe addietro il suo limo.

§. 65.

Onde poter nuovamente divertire l'acqua racchiusa, tosto che ha lasciato decubitare le proprie materie, si usa di applicare agli argini delle chiaviche. Queste vengono fabbricate di legname, e d' ordinario soltanto alla leggiera, atteso che la loro sussistenza

diventa inutile dietro il compimento della colmata. Egli è conveniente di chiuderne le luci con travi o panconi, affinchè a poco a poco, e dal di sopra allo ingiù, possano venire aperte onde lascino effluire l' acqua chiarificata. Adoperando invece saracinesche, l' aprimento comincierebbe dal basso, e tutto ad un tratto nascerebbe una impetuosa corrente, la quale metterebbe di bel nuovo in moto e trasporterebbe una gran parte delle materie depositate. Dinanzi a queste aperture, e dietro di esse, vale a dire lungo l' esteriore fianco dell' argine, nel quale vengono praticate, vanno scavati gli occorrenti canali di diversione, che soltanto allora si presentano superflui, quando l' acqua senza danno può scolare nelle parti del palude non per anco arginate nè colmate. Non permettendo le condizioni locali che l'acqua venga divertita per mezzo di apposite aperture e canali, si può faria tornare indietro per lo stesso canale e per la stessa apertura che han servito a ivi tradurla dal fiume, dopo che quest'ultimo è tornato a calare, in quella quantità, cioè, che può nuovamente rifluire addietro, mentre quella che giace ad un livello più depresso del fiume, è forza abbandonarla all' evaporazione, e lasciare che a poco a poco si vada disseccando.

§. 66.

Ove l' afflusso dell' acqua torbida sia tanto copioso e tanto a lungo insistente, che un distretto arginato durante il tempo di esso potrebbe venire più di una volta colmato, si può farla cadere alquanti pollici, sopra le paratoie delle chiaviche di scolo, ovvero anche applicare agli argini delle piccole cascate, le quali sussistano solamente nei luoghi più depressi della loro sommità. Poichè l' acqua non ha bisogno di cadere che per l' altezza di pochi pollici sopra le medesime, l' argine in tali punti saprà ben facilmente resistere all' acqua per mezzo di una buona copertura di zolle erbose, purchè la scarpa esterna, lungo la quale decorre la sormon-

tante acqua, abbia una base sufficientemente ampia, di 3 piedi almeno per ogni piede di altezza. La sopravvegnente acqua del fiume, finchè perviene a questi remoti scoli, lascierà cadere la massima parte delle materie che la rendevano torbida, e, in grazia del non interrotto afflusso ora in questa maniera possibile, solleciterà gli effetti della colmata.

§. 67.

Essendo la giacitura del palude così depressa che occorra un rialzo di 2 piedi (met. 0,58) almeno per liberarla dalle acque, si può dapprincipio lasciarvi entrare senza scrupolo anche delle ghiaie, sassi e grosse arene, e, solo per lo strato superiore dell'altezza di 1 piede (met. 0,29) all' incirca, conviene impedir loro l' accesso, per formare il medesimo solamente di limo e di terra vegetale. Si può tenere indietro nel fiume il materiale più grosso, quando in fondo alle chiaviche, che derivano l' acqua dal fiume, si adagiano delle travi o dei tavoloni, al di sopra dei quali non possono trascorrere le materie più pesanti, che appunto per ciò rotolano solamente negli infimi strati della corrente. L' altezza che occorre a queste intromesse pareti può essere dalla sola esperienza determinata. Se non vi esistessero chiaviche, e se il materiale più grosso non fosse arrestato dalla soglia del canale di derivazione impostata più alto, potrebbe venire rattenuto nel fiume a mezzo di picciole e basse pareti di legname poste presso l' orifizio dello stesso canale.

§. 68.

Nelle colmate parziali, subitochè la porzione del palude primieramente assunta abbia acquistata sufficiente altezza, si circonda con argini la successiva parte vicina, e si procede verso di essa nella medesima guisa. Il canale di derivazione vien allora continuato attraverso il primo distretto di già colmato, qualora

non gli convenga prendere un' altra direzione, e viene esso pure arginato, affinchè l' acqua non vada ad espandersi prima di giungere nello spazio da bonificarsi, e non perda la forza di sospingere innanzi le proprie materie.

§. 69.

Quando il palude abbia in tal modo conseguita una bastevole altezza per essere ridotto e mantenuto in asciutto, si escavano gli occorrenti canali e fossi di scolo. Ma sempre non si potrà dar loro che una pendenza tenuissima ed, è quindi tanto più necessaria una cura incessante per lo sgombero, e per la nettezza di essi.

§. 70.

L' oggetto principale di questo sistema di alluvionamento essendo la semplice correzione, e non l' innalzamento del fondo, egli è difficile di stabilire in precedenza quando sarà esso per avere il suo termine. Anzi può essere vantaggioso di tenerlo permanente, qualora le più dense torbide sopravvengano a un tempo, in cui le campagne ed i prati non patiscono alcun danno per causa delle alluvioni, giacchè sovente sono esse il migliore e il men dispendioso mezzo di concimazione.

§. 71.

Avvi ancora un altro somigliante sistema per produrre suolo vegetale col sussidio di un rivo, secondo il quale poi non viene impiegato il materiale che il rivo trae seco in tempo di piena, ma quello che gli si mette innanzi da trasportare. Si comprende facilmente che queste colmate non possono verificarsi in sì grande estensione, come quelle. D' ordinario, sono unicamente possibili in ristrette valli attraversate da qualche piccolo rivo, e hanno per iscopo di convertire prati paludosi, ineguali ed angusti, in asciutte, piane e più estese irrigue praterie. Cotesta pratica di migliorare

o di far sorgere prati, è da molti anni usitata nel regno di Annover, ma nella Germania meridionale è poco assai o niente affatto conosciuta. È dessa utile troppo, perchè non si abbia a dedicarle un posto in questo libro.

§. 72.

Tale pratica è applicabile in ogni valle che venga per traverso solcata da un rigagnolo d' acqua, e le cui laterali pendici non abbiano troppa declività per poter essere ampliate, e consistano di una specie di terra, che, adacquata, sia valida a produrre un suolo fruttifero. Per buona sorte, egli è questo quasi da per tutto il caso, poichè lo stesso terreno che, non irrigato, non può giammai essere portato a un notabile grado di feracità, mediante una discreta irrigazione si tramuta in buon fondo prativo.

§. 73.

Il processo che seguesi per la formazione dei prati a guazzo (così sono chiamati in quelle contrade ove n' è comune lo stabilimento) consiste essenzialmente nelle operazioni che vengono qui appresso descritte. Si guida l' acqua adoperabile all' uopo in un fosso, il *fosso di derivazione*, lungo le pendici laterali della valle. Tosto che si è con lo stesso pervenuti ad un punto elevato un paio di piedi sopra il livello della valle, si conduce di fianco alla volta stessa della valle un fosso che vien denominato *fosso guazzatoio*. Gettasi in esso la terra che viene staccata lungo le sue sponde inferiori, e la si dilava per mezzo dell' acqua tradottavi dal fosso di derivazione verso la valle, dove va a decubitare in un piano dolcemente inclinato. In tal guisa il fosso guazzatoio si avanza mediante continua escavazione di una delle sue sponde, e ristabilimento dell' altra sempre all' ingiù della valle, e, a misura che esso procede innanzi, viene di ugual passo prolungato il fosso di derivazione. La valle si dilata in pari tempo intorno allo

spazio che il fosso guazzatoio viene successivamente invadendo, e che lascia addietro, durante il proprio cammino, nella positura di superficie pianeggiante. Queste operazioni vengono, a norma delle condizioni locali, intraprese o da un lato soltanto della valle, ovvero da entrambi i lati. Nel primo caso l'alveo dell' acqua scorrente attraverso la valle è formato sul fianco di questa posto dirimpetto al fosso di derivazione; nel caso secondo, in mezzo quasi di essa. I fossi di derivazione rimangono alla fine in qualità di fossi d' irrigazione, e il rivo fendente la valle, dopo di averne regolata, se occorre, la direzione, e consolidate le sponde, resta tramutato in canale diversivo dell' irrigazione. Quanto si è detto può essere bastante per dare una generale idea di cosiffatta pratica, ma le particolarità della medesima hanno bisogno di una più dettagliata descrizione.

§. 74.

Per poter guidare nel fosso di derivazione l' acqua del rivo, è necessaria una picciola chiusa munita di paratoia, e piantata tanto a monte del prato irrigatorio da prodursi quanto è d' uopo onde raggiungere l' altezza occorrente per la caduta del primo fosso guazzatoio. Se la quantità d' acqua erogata è troppo piccola per poter dilavare immediatamente con essa, al qual effetto si esigono almeno due piedi cubici per secondo, devesi profittare di quella chiusa in qualità di argine da stagno, con che formasi un ricettacolo, il quale, durante la notte, riceve tanta acqua quanta fa di mestieri per poter dilavare o guazzare durante il susseguente giorno, o almeno per una parte di esso. Ad una ovvero alle due estremità dell' argine, secondo che si dilava da una soltanto o da entrambe le pendici della valle, vengono applicate le piccole cateratte *a a* (fig. 97 A), dalle quali hanno principio i fossi di derivazione. Da questi viene escavato il fosso guazzatoio *b c* (fig. 97 B), quasi ad angolo retto verso la valle con quella pendenza a cui si deve disporre il futuro prato verso la sua linea di

mezzo, e il primo precisamente in quel luogo dove più presto incontra sufficiente caduta e vi s' introduce l' acqua dal fosso di derivazione. Si taglia quindi la terra sempre dalla sponda rivolta all' ingiù della valle, sino al fondo del fosso, la si getta in esso (in caso di necessità, uno o due operai, la sminuzzano, e ne agevolano il nuoto col rimescolarla), e in tal modo viene dilavata sino al termine *c* (fig. 97 C) del fosso, ove decumbe nei luoghi depressi, e a poco a poco va a saziare lo spazio vuoto *p*. Colla continuazione di questo taglio, e del dilavamento della terra tagliata, il fosso guazzatoio, la cui opposta sponda mediante posature terree viene eretta fino all' altezza di esso, sempre a misura che l' altra rimane scavata, procede sempre innanzi, e con lui il fosso di derivazione prende di mano in mano le posizioni *b' c'*, e *b'' c''* (fig. 97 B), formando durante, questo progresso, la superficie *b c* (fig. 97 C), che rimane indietro, e colla terra staccata e dilavata dell' altra sua sponda più alta, la quale si denomina banco da guazzo *o*, forma la superficie *c d*, e l'alzamento *p p* della valle. In questa guisa viene allora costituita la superficie piana del prato *b c d*, di cui la porzione *b c* è stata formata in virtù dai progressi del fosso guazzatoio sopra il banco da guazzo ossia la parte scavata *o*, e la porzione *p* dall' ammasso del banco da guazzo dilavato, e fatto decubitare nella bassura, ossia dal galleggiamento da ciò appunto provenuto.

§. 75.

Sebbene nei paesi, ove questa maniera di produrre i prati è da molti anni praticata, il contadino non soglia metterla ad effetto che semplicemente ad occhio, pure si deve ben presto accorgersi che un tal metodo non può avere buon esito senza dispendii non necessarii, e mai colla maggior possibile perfezione, ove non s' impieghi precedentemente il livello. Senza aver prima assunto per base delle operazioni il profilo longitudinale e

un sufficiente numero di profili trasversali della valle, non si potrà giammai mettere in un giusto rapporto lo spazio *o*, da dilavarsi, e lo spazio *p*, da ricolmarsi, e non si potrà quindi esattamente fissare la direzione del fosso di derivazione, e la quantità dello spazio da sterrare per mezzo del fosso guazzatoio. L' omissione di queste operazioni preparatorie porterà quasi sempre l' inevitabile conseguenza che il banco da guazzo da asportarsi, giacente tra la valle, e il fosso di derivazione contenga ora troppo, ora poco terreno, che divenga perciò necessario un costoso trasferimento e cangiamento del fosso di derivazione, ovvero che nascano delle irregolarità e delle imperfezioni nella superficie del prato che trattasi con tal mezzo di formare, le quali possono nel seguito mettere innanzi delle difficoltà per un confacente sistema d' irrigazione. In questo incontro poi è necessario l' uso dell' archipenzolo e della staggia per poter assegnare sì al fosso di derivazione durante il suo graduato prolungamento, come al fosso guazzatoio nel progresso della sua escavazione, una pendenza uniforme.

§. 76.

Riguardo al rivo che attraversa la valle, e che, dopo il compimento dell'opera, si destina alle funzioni di canale diversivo nella irrigazione dei prati, debbono andar distinti due casi, quando cioè può essere mantenuto nella primitiva sua altezza, e quando la valle di tanto viene rialzata nel mezzo, che il letto del rivo debba andare interrito, e scavatone un nuovo, ad un più alto livello. Nel primo caso non ha esso bisogno che di una rettificazione di corso, e di un saltuario consolidamento di sponde, e per l' altro caso poi si richieggono particolari precauzionali misure.

§. 77.

Nell' ultimo caso, cioè, si rende necessaria molta avvedutezza, affine di ovviare che il nuovo letto del rivo in quel fondo molle

di fresco colmato si escavi ed intacchi e ruini le proprie sponde, di che, in qualche straordinario afflusso di pioggia o di acque di rugiada, potrebbesi molto fondatamente aver tema. Si hanno diversi mezzi per antivenire un simile disordine. Il più efficace di tutti è senza contrasto la diminuzione del pendio della valle prativa, che puossi ottenere attraversando la valle durante il dilavamento in varii luoghi con argini, e colmando lo spazio dal piede di ogni argine superiore fino alla sommità dell'argine susseguente. Quando in tal guisa ai singoli tronchi della valle da ciò risultanti si assegni la inclinazione di 1 piede sopra 1000 di lunghezza, non si avranno più da temere nè scalzamenti, nè corrosioni; si presenteranno ne' luoghi degli argini, che formano altrettanti scaglioni nella valle, delle piccole cascate, ove non si durerà fatica mediante lavori di poca entità d' impedire l' escavazione dell' alveo. Del resto poi facilmente si scorge che, qualora la valle avesse una ragguardevole pendenza, ovvero il solido contenuto nel banco da guazzo da dilavarsi troppo piccolo fosse in confronto del maggior volume di terra all' uopo occorrente, o troppo scarsa la massa dell' acqua che pel dilavamento si ha disponibile, l' impiego di questo mezzo andrebbe incontro a grave spesa di danaro e di tempo, e in generale a molte difficoltà. Rimane allora altresì l' espediente di erigere attraverso il rivo delle piccole chiuse fondali o briglie, le quali in acque così magre esser possono costruite con somma facilità, all' oggetto di temperare con le stesse la caduta, e la velocità, e porre sollecitamente un confine alle parziali escavazioni che sogliono sempre aver luogo, oltre il quale non abbiano l'adito di progredire. Anche le sponde in questo suolo tuttavia molle esser devono formate e ben fortificate con fitte siepi d' intrecciamento approntate di fresche bacchette di salice atte a germogliare.

§. 78.

Se viene ritenuta l' altezza del vecchio alveo del rivo, non si ha bisogno che della sua rettificazione, dello stabilimento di una uniforme larghezza corrispondente alla massa dell' acqua, e della fortificazione delle sponde. Nelle parziali località, ove si conosce necessario un rialzo del medesimo, lo si effettui in precedenza della colmata, meglio di tutto per mezzo di siepi intrecciate, gettandovi entro della terra e delle piote, e colmandole posteriormente sino alla loro sommità.

§. 79.

Compiuta che sia così la formazione di una piana superficie, non resta altra cura che quella della futura irrigazione, e dello sviluppo di una bella e perfetta cotenna erbosa. Ambe appartengono alla giurisdizione della economia rurale, e rimane soltanto a notarsi che da ambi i lati i fossi di derivazione impiantati per il dilavamento sussistono in qualità di principali fossi d' irrigazione, dai quali viene condotta l' acqua sui prati, e ricevuta poscia nel rivo che scorre per la parte più depressa della valle, e che fa quindi l' officio di canale diversivo. Anche la chiavica eretta dapprincipio rimane in qualità di chiavica d' irrigazione, qualora con un mezzo più semplice non possa l' acqua essere convogliata nei fossi primarii d' irrigazione.

VIII.

Attivazione dell' asciugamento, e norme da seguirsi dopo l' attuazione di esso.

§. 80.

Dopo aver passati a rassegna i varii metodi di prosciugar le paludi, torneremo ora all' effettuazione di quelli che sogliono il più

di frequente aver luogo. Nell' asciugamento di una palude, tosto che se ne abbia completamente elaborato il progetto, è per lo più assai confacente di prendere le mosse dallo scavo dei canali perimetrali, atteso che, mentre in siffatto modo si tiene lontana dall'interno del palude la maggior parte dell' acqua che lo genera, si agevola essenzialmente l' escavo del canal principale, e dei canali secondarii.

§. 81.

Nell' atto di eseguire cotesti canali, possono presentarsi difficoltà di vario genere, che, nel progettare i lavori dell'essiccazione, non sempre è dato di prevedere, e che debbono pertanto essere superate. Una di queste difficoltà si verifica quando tutto a un tratto si arriva sopra un fondo sabbioso, che posto viene in movimento dalla velocità che prende l' acqua nel canale, e perciò il fondo di esso viene solcato, e le sue ripe ponno essere indotte a dilamare. In siffatta emergenza non si conosce altro più confacente rimedio che quello di battere attraverso il canale, a non grandi distanze una dall' altra, delle palancate, le quali penetrino il fondo 6 fino a 7 piedi (met. 1,75 a 2,05), in testa alle medesime assicurare un corrente, la faccia superiore del quale si spiani a livello del fondo. Potrebbesi eziandio attraverso lo stesso tirare dei fossi larghi 4 piedi (met. 1,16) all' incirca, e 3 piedi (met. 0,88) profondi, e tombarli con muro a secco accuratamente eseguito, e in tal guisa formare delle soglie di sasso, le quali impedirebbero l' escavazione del fondo. S' intende da sè che siffatto espediente là solo può essere facilmente applicabile, ove si può lavorare in asciutto, e dove l' acqua viene introdotta soltato dopo la completazione del canale, o per lo meno ove non ha che pochissima altezza.

§. 82.

Talvolta uno dei canali esterni al piede di qualche altura deve essere condotto sopra cavità e situazioni depresse, nelle quali è

necessario di tenerlo alzato notabilmente sopra il suolo naturale, e di farlo, per conseguenza, giacere sul dorso di un argine. Può qui occorrere il caso che non si rinvenga terreno sodo nelle vicinanze, e che si sia costretti di costruire tutto il canale con sabbia e con ghiara. Potrebbe quindi nascere il dubbio che un canale di questa specie non risultasse impermeabile all'acqua, qualora non si rivestissero le sponde e il fondo di esso con terra compatta e tenace, portatavi da lontano. Per altro, l' applicazione di questo rimedio non è punto necessaria. Quand' anche siffatti canali lasciassero dapprincipio filtrare dell'acqua, divengono in breve tempo impermeabili, massime allora che l' acqua scorrente per essi è di frequente torbida, e limacciosa, per la ragione che le sue particelle solide rimangono indietro nella sabbia, e otturano tutti i meati. Così, p. e., nei dintorni di Monaco, di Nymphenburg e di Schleissheim, esistono parecchi fossi e canali, che sono considerabilmente elevati sopra il suolo ghiaioso, che ha servito a formarli, e a lato dei quali, anzi nei cavi, giacenti parecchi piedi più a fondo, dai quali è stato levato il materiale occorrente al loro alzamento e alle loro sponde, non trovasi la benchè minima traccia di trapelante umidità. Eppure nè dai loro letti costituiti di pretta ghiaia e sabbia, nè dalle loro sponde è dato di scorgere che si abbia mai con particolari artifizii procurato di ridurli a prova dell'acqua, al qual fine anche il materiale avrebbe dovuto esservi tradotto da una grande distanza. Le sponde poi di così fatti canali debbonsi stabilire con ampia scarpa, la cui base stia all' altezza nel rapporto di 5 : 2.

§. 85.

Il primo lavoro da intraprendersi nell' interno del padule è l' escavazione del canale primario, alla quale si dà principio inferiormente, e la si prosegue quindi allo insù onde divertire in pari tempo le acque, le quali altrimenti sarebbero di gravissimo

impedimento al lavoro. Si troverà ordinariamente di molta convenienza l' aprire sempre davanti a sè un piccolo cavo onde dare prontamente scolo per esso a una parte dell' acqua, e mettersi quindi alla portata di escavare il canale senza ostacolo alcuno in tutta la sua larghezza e profondità. Se nel principio la presenza dell' acqua avesse impedito di fare una completa livellazione, convien compierla adesso dopo lo scavo del canal principale, e poscia fissare la direzione dei canali secondarii.

§. 84.

Nella guisa stessa come col principale si procede rispetto ai rimanenti canali. Col terreno dello scavo si forma da ambi i lati del medesimo un rialto, largo da 15 (met. 4,37) fino 30, ed anco 36 piedi (met. 10,50), secondo la quantità dello sterro, e alto 1 piede sino a 1 piede e mezzo. Questo non si opporrà allo scarico dell' acqua nei canali, attesochè succede esso in massima parte mediante lo stillicidio attraverso le sponde, e quella moderata altezza non può aggravare e comprimere il fondo al segno da renderlo con ciò impermeabile all'acqua. Si hanno da questa pratica parecchi utili effetti. Viene, cioè, stabilita lungo le sponde una strada asciutta transitabile e carreggiabile in ogni stagione dell'anno, e a tale oggetto si può adoperare per lo più, se non tutta, almeno la maggior parte della terra scavata dai canali, la quale altrimenti dovrebbe essere trasportata ad una più grande distanza. Spesso però può essere impiegata nel riempimento di vicine fondure. Questo laterale rilevato de' canali serve ancora al deposito delle materie estratte nell'espurgo dei medesimi. Esso deve perciò restare riservato al fondo che si destina per la manutenzione degli scoli, e non può essere giammai alienato quale proprietà privata. È opportuno di circoscriverne il limite con un fosso, ovvero con una siepe viva, e così tenerlo separato dai possedimenti privati. Questo cavo confinante in occasione di pioggie insistenti diventa

utile anche riguardo al più sollecito smaltimento delle acque piovane, e viene, in causa di ciò, posto in comunicazione col canale primario per via di fossetti accessorii.

§. 85.

Terminati questi lavori, si piantano, lungo le sponde de'canali, due file di alberi, e quelle del canale primario vanno in ogni caso guernite di doppii filari. Le piante più confacenti sono i pioppi, i salici e gli ontani, parte perchè in paludi asciugate il livello dell' acqua di rado è molto depresso sotto la superficie del suolo, e perciò altri alberi non vi allignano bene, parte perchè eglino stessi aiutano a promuovere l'asciugamento. Se all'incontro, il terreno è disseccato a una profondità sufficiente per poter alimentare anche altre specie di alberi, allora si possono piantare alberi da frutto, olmi, tigli, o simili altri. Il loro prodotto insieme a quello dello spazio riservato accanto ai canali, ov' essi stanno, può essere aggregato al fondo devoluto alla manutenzione degli scoli, e delle altre opere annesse al piano di asciugamento, e il loro numero sarà sempre grande abbastanza per poter supplire in gran parte al bisogno di legname dei futuri abitatori della valle.

§. 86.

Portata a compimento l'essiccazione è indispensabile di fornire il palude di strade carreggiabili, e di gettare dei ponti sui fossi e canali, onde stabilire la necessaria comunicazione tra le colonie da stabilirsi, e facilitare l' esportazione e l' importazione dei prodotti e degli occorrevoli oggetti. Se si può rendere navigabile il canal principale, e una parte pure dei secondarii, egli è questo un vantaggio che non deve mai andare negletto. Tale prerogativa godono, p. e., le paludi Pontine. Quantunque un canale di questo genere non abbia larghezza e profondità sufficiente che per bat-

telli, il cui carico può pesare da 50 fino a 60 quintali, pure è conveniente di renderlo perfettamente accomodato alla navigazione.

Anche sui canali della valle del Danubio in Baviera si ha tentato di mettere in attività la navigazione. Dieci consecutivi battelli, niente più larghi di 4 piedi (met. 1,17), lunghi piedi 36 (met. 10,50), e fondi da 14 a 18 pollici (met. 0,34 a 0,44), de' quali poi il primo soltanto, e l' ultimo hanno una estremità rotonda, e gl' intermedii sono quadrangolari, formano insieme un naviglio ben concatenato e lungo oltre 360 piedi (met. 105), che riceve un carico ragguardevole, e non ha d' uopo che di poca forza per essere tirato innanzi. Questo stabilimento di navigazione sarà da me altrove descritto, tostochè verrà portato a un maggior grado di perfezione.

§. 87.

Una palude asciugata di più esteso perimetro, per la manutenzione delle opere che attivarono l' asciugamento, e che sono richieste all' uopo d' impedire il suo ritorno alla condizione palustre, e per renderla più presto idonea ad essere abitata ed utilizzata, come canali, chiaviche, ponti, strade, e simili altre, ha bisogno di una cura e sorveglianza continua. Particolarmente, i canali e le chiaviche devono conservarsi in buono stato. Questo scopo di rado può essere pienamente raggiunto, se i mezzi da impiegarvisi sono dipendenti dal parere e dalla volontà dei singoli proprietarii de' terreni del distretto prosciugato. È necessario adunque uno speciale impiegato installato o dal Governo o dalla società dei possidenti, e munito d' una confacente istruzione, il quale tragga i mezzi pecuniarii all' uopo occorrenti da un fondo particolare istituito sopra entrate invariabilmente fisse e sicure, affinchè i lavori di manutenzione, subitochè si manifestano necessarii, possano venire effettuati senza ostacoli e ritardi, e resti in tal modo assente il timore d' interruzioni ed arenamenti, le cui conseguenze non

potrebbero rimuoversi che a forza di spendio maggiore. Basta per lo più una tenuissima imposta sulla proprietà dei fondi insieme al reddito del fondo riservato lungo i canali, e delle piantagioni che vi crescono sopra. Nelle paludi del Danubio in Baviera, consiste il prefato fondo in una tassa di 4 carantani per ogni iugero di 40,000 piedi quadrati, d' onde si ricava la rendita annuale di 3600 fiorini, la quale col frutto degli argini de' canali attendibile solamente dal tempo, quaiora vengano convenientemente utilizzati, è del certo bastante per la manutenzione delle esistenti opere, allorchè saranno portate a completo buon stato.

§. 88.

È del pari necessaria una rigorosa sorveglianza politica. Senza di questa gli alberi verrebbero tagliati dagli abitanti, e adoperati pel loro utile, le sponde dei fossi e canali danneggiati col pascolo e cogli abbeveratoi, e commessi altri disordini, e gravi danni prodotti. Uno dei più comuni abusi, che hanno luogo nelle paludi disseccate, consiste nell' utilizzazione di esse all' uso di maceratoi da lino e da canape, per cagione dei quali l' acqua viene impedita nel suo corso, promosso il decubito delle melme, e favoreggiato l' usureggiamento delle piante acquatiche. Ordinariamente a giunta del male restano nei canali i sassi onde vengono aggravati e tenuti sott' acqua i fastelli di lino e di canape. A questa campestre faccenda si deve assolutamente destinare una particolare fossa all' uopo stesso escavata.

§. 89.

Una delle principali cause che ostano al progresso dell' agricoltura nelle prosciugate paludi è l' esteso uso dei prati da pascolo. Perciò si deve cercare in ogni maniera di allontanarveli. Stante che prima dell' asciugamento non vi potevano allignare che piante palustri, le quali a poco a poco dopo la diversione

delle acque vanno a scomparire, altre migliori piante non possono ivi generalizzarsi, quando non vengano a bella posta impiantate, attesochè lo spontaneo naturale sorgimento delle medesime in que' latifondi non è così presto da attendersi, per la ragione che le sementi senza artificiali aiuti non possono avervi buona riuscita. Ma, quand' anche ciò avvenga, non potranno le piante nate da quelle produrre alcun seme maturo, perchè sempre prima della maturità sono dal bestiame divorate. Questi distretti restano poi condannati a troppo lunga infruttuosità, la quale non di rado suole ascriversi all' asciugamento, e non alle improvvide misure da cui realmente dipende. In causa appunto della difficile natural diffusione di buone erbe da pascolo, non è qui raccomandabile, almeno in sul principio, l' introduzione de' prati artificiali. Ma io mi perderei qui nel dominio della rurale economia, e tocco solamente di volo una inchiesta che spesso si suol fare a coloro che imprendono l' asciugamento di paludi, e alla quale non sempre, almeno nelle vaste paludi, può essere soddisfatto.

§. 90.

Si richiede, cioè, che la palude venga prosciugata solamente a quel grado che lasci ancora umidità sufficiente per lo stabilimento di prati naturali, i quali siano per avere la feracità delle praterie irrigate. Trovasi anzi dagli scrittori di queste materie raccomandata l'attenzione di non ispingere troppo l'asciugamento delle paludi. In quelli di mezzana estensione la soluzione del quesito può al certo riuscire soddisfacente, ma sol di rado in quelli che racchiudono delle migliaia di iugeri. Pochissime volte si potrebbe appagare l' esigenza in un luogo, senza lasciare permanente lo stato paludoso in un altro. Oltre a ciò, i soliti pregiudiziali effetti delle vaste paludi sul clima, siccome le nebbie, le brine, i tardi geli, non possono venire rimossi, che mediante un asciugamento, completo, e mai quando lo si effettui soltanto per metà. E perchè

poi sarebbe sempre necessario l'adempimento della motivata condizione. È antico canone agronomico, che un fondo, nel quale non regna abbastanza umidità per essere un fertile prato naturale, appartiene all' aratro, e che la mancanza di que' prati può essere benissimo supplita dalla coltura dei foraggi. In ogni caso rimarranno poi sempre indietro degli appezzamenti di terreno umidi quanto che basta per essere ridotti a prati naturali. Si pose in campo quella condizione particolarmente in riguardo ai paludi composti di torba, perchè si credeva che questi nello stato di perfetto asciugamento sarebbero rimasti infruttuosi. Cotesta opinione è abbastanza confutata da molteplici esperimenti fatti nelle valli del Danubio in Baviera, atteso che sopra torba più di 20 piedi (met. 5,93) profonda e perfettamente asciugata, sotto la cui superficie trovasi l' acqua abbassata di 8 o 9 piedi (met. 2,33 o 2,62) prosperano benissimo tutte le piante campestri, a eccezione soltanto di pochissime, e per buona sorte non molto interessanti per la rurale economia, alle quali il suolo di torba non è sotto alcun riguardo favorevole.

FINE DELLA PARTE II.

INDICE DELLA SECONDA PARTE

SEZIONE NONA

Delle Chiuse

Parag. 1. *Definizione della chiusa* . . . . . Pag. 209
» 2. *Differenti specie di chiuse* . . . . . » »
» 3. *Chiuse fondali, chiuse a cascata, chiuse a cateratte* . . . . . » »
» 4. *Loro scopo* . . . . . » 210

I.

Dei profili e della materiale struttura delle chiuse.

» 5. *Requisiti generali per il profilo delle chiuse* . » »
» 6. *Altezza delle chiuse fondali* . . . . . » 211
» 7. *Struttura semplicissima di esse* . . . . . » »
» 8. *Più solida* . . . . . » 212
» 9. *Mezzi per impedire gli scalzamenti al loro piede* . . . . . » »
» 10. *Chiuse fondali sotto il nome d' alberi d' immersione* . . . . . » 213
» 11. *Altezza delle chiuse a cascata, e riguardi da aversi nel determinarla* . . . . . » 214

Parag. 12. *Differenti maniere di costruirle* . . . . Pag. 214
» 13. *Regola generale per il profilo delle chiuse a cascata* . . . . . » 215
» 14. *Non è interamente applicabile per chiuse di legno* . . . . . » »
» 15. *Struttura la più semplice delle chiuse di legno* . » 216
» 16. *Chiuse a cassone* . . . . . » »
» 17. *Loro imperfezioni.* . . . . . » 217
» 18. *Struttura perfezionata* . . . . . » 218
» 19. *Chiuse con balzo* . . . . . » 219
» 20. *Necessità di un letto di sasso o di fascine al piede delle chiuse* . . . . . » »
» 21. *Avvicinamento della forma delle chiuse di legno al profilo normale*. . . . . » »
» 22. *Avvicinamento più perfetto* . . . . . » 220
» 23. *Chiuse di fascine senza palancate* . . . . » 221
» 24. *Mezzi onde guarentire i rivestimenti di legno delle chiuse dallo sfregamento delle ghiaie* . » 222
» 25. *Chiuse di pietra* . . . . . » »
» 26. *Costruzione delle chiuse murali* . . . . . » 223
» 27. *Chiuse di sassi slanciati* . . . . . » 224
» 28. *Preminenza del profilo curvilineo sul rettilineo per le chiuse di pietra* . . . . . » 225
» 29. *Parti delle chiuse a cateratte, e loro denominazioni* . . . . . » »
» 30. *Descrizione e tipo di una piccola chiusa a cateratte di legno* . . . . . » 226
» 31. *Chiuse a cateratte di legno più grandi* . . . » »
» 32. *Alzamento delle paratoie col mezzo di viti.* . » 227
» 33. *Imperfezioni dell'asse orizzontale, delle viti e della cassa da leva per questo oggetto* . . » 228
» 34. *Paratoie divise in due parti eguali* . . . . » »

Parag. 35. *Impiego delle ruotelle di sfregamento per facilitare l' alzamento delle paratoie* . . . Pag. 229
» 36. *Paratoie innalzate da leve.* . . . . . » 230
» 37. *Continuazione* . . . . . » 231
» 38. *Due cateratte che ponno tramutarsi in una sola.* » 232
» 39. *Giudizio sopra le cateratte munite di travate.* . » 233
» 40. *Il loro rimonto va congiunto a molta fatica* . . » 235
» 41. *Vengono facilmente aperte dallo stesso fiume* . » 236
» 42. *Rialzano il letto del fiume.* . . . . . » »
» 43. *Ad esempio, le nuove chiuse a cateratte della Baviera* . . . . . » 237
» 44. *Chiuse a cateratte con ispecchii per tenere indietro le ghiaie* . . . . . » »
» 45. *Loro descrizione* . . . . . » 238
» 49. *Pontili e rastrellate in queste chiuse* . . . . » 241
» 50. *Ulteriori prerogative delle medesime* . . . . » 242
» 51. *Spiegazione dei relativi disegni* . . . . . » 243
» 52. *Piccole chiuse con paratoie maneggevoli* . . . » 244
» 53. *Chiuse a cateratte di sasso.* . . . . . » 245
» 54. *Forza che si richiede per innalzare le paratoie o saracinesche* . . . . . » 246
» 55. *Saracinesche alzate con ruote a piroli e con ruote idrauliche* . . . . . » 247

II.

Della lunghezza e della direzione delle chiuse.

» 56. *Lunghezza delle chiuse a cascata.* . . . . . » 248
» 57. *Direzione di esse. Obbliqua e retta. Loro discapiti.* . . . . . » »
» 58. *Chiuse con direzione normale all' andamento del corso.* . . . . . » 249

Parag. 59. *Chiuse ad uno o più angoli, ovvero foggiate ad arco* . . . . . Pag. 250
» 60. *La loro sommità vuol essere nel mezzo alquanto sbassata* . . . . . » »
» 61. *Chiuse a cascata in forma di ripari diversivi. Loro imperfezione* . . . . . » 251
» 62. *Loro svantaggi per la navigazione dei fiumi* . . » 252
» 63. *Preminenza delle chiuse a cateratte* . . . . . » »
» 64. *Accoppiamento delle stesse con chiuse a cascata. Calcolo delle loro dimensioni* . . . . » 253
» 65. *Determinazione dell' ampiezza delle aperture in una chiusa a cateratte* . . . . . » 254
» 66. *Pregio delle chiuse a cateratte in confronto di quelle a cascata* . . . . . » »
» 67. *Le chiuse oggetto d' importanza per l' autorità politica* . . . . . » 255

III.

Delle roste da legname.

» 68. *Spiegazione dello scopo delle roste da legname* . » »
» 69. *In che consistano. Bacino delle roste* . . . . » 256
» 70. *Idonea scelta del sito, ove vanno fabbricate* . . » »
» 71. *Fondamento delle roste.* . . . . . » 257
» 72. *Corpo delle roste di legno* . . . . . » 258
» 73. *E di sasso* . . . . . » »
» 74. *Grossezza delle roste* . . . . . » 259
» 75. *Rinforzamento dovuto alla loro direzione* . . » »
» 76. *Roste con argine di terra* . . . . . » »
» 77. *Maniera di chiuderle e di aprirle* . . . . . » 260
» 78. *Grandezza delle loro aperture.* . . . . . » 261

Parag. 79. *Sistema di porte da rosta* . . . . . Pag. 262
» 80. *Porte da rosta che apronsi da sè* . . . . . » 263
» 81. *Progetto di roste di pietra più economiche* . . » »
» 82. *Possono guarentire maggiore sicurezza contro improvvisa e straordinaria affluenza di acque.* » 264

SEZIONE DECIMA

Dei fiumi navigabili.

Parag. 1. *Trascuranza di rendere navigabili i fiumi minori* . . . . . Pag. 266
» 2. *Prerogative dei fiumi navigabili in confronto dei canali* . . . . . » »
» 3. *Svantaggi inerenti alla costruzione e all'esistenza de' canali* . . . . . » 267
» 4. *Questi non si verificano nei fiumi che si fanno navigabili* . . . . . » 268
» 5. *Conclusione* . . . . . » 270

I.

Della navigabilità dei fiumi in generale.

» 6. *Definizione dell' arte di rendere navigabili i fiumi* . . . . . » »
» 7. *Cause impedienti la navigazione di un fiume* . . » »
» 8. *Mezzi di attivarla* . . . . . » »

II.

Della profondità necessaria alla navigazione, e dei mezzi onde produrla.

» 9. *Profondità occorrente alla navigazione* . . . . » 271
» 10. *Può essere aumentata con diminuire il pendio* . » 272

Parag. 11. *Esempio del processo per ciò necessario* . . Pag. 273
» 12. *La mancanza di esattezza non ha qui conseguenze notabili* . . . . . » 274
» 13. *Diminuzione della cadente di un fiume per via di chiuse* . . . . . » 275
» 14. *Determinazione dell' altezza delle chiuse.* . . . » 276
» 15. *Estesa del rigurgito prodotto dalle chiuse* . . » »
» 16. *Impiego delle chiuse fondali* . . . . . » 277

III.

Della velocità che osta alla navigazione e dei mezzi di rallentarla.

» 17. *Mezzi quando non può aver luogo la diminuzione della pendenza* . . . . . » 278
» 18. *Non può questa prodursi con isvolte arteficiali* . » »

IV.

Dell' allontanamento dei singoli ostacoli alla navigazione in parte dagli uomini, e in parte dalla natura prodotti.

» 19. *Chiuse de' mulini. Le barche vi passano sopra per via di cateratte o di conche.* . . . . . » 279
» 20. *Cateratte. Loro struttura* . . . . . » 280
» 22. *Modi di aprirle e di chiuderle.* . . . . . » 282
» 25. *Incomodi di queste cateratte* . . . . . » 283
» 26. *Mezzi meccanici per agevolare il passaggio delle barche traverso alle medesime* . . . . » 284
» 27. *Tiro delle barche con corda e carrucola* . . . » 285
» 28. *Piani inchinati di Fulton* . . . . . » »
» 29. *Conche* . . . . . » 287

Parag. 30. *Canal laterale in cui sono fabbricate* . . . Pag. 287
» 31. *Banchi di roccia, e mezzi per sormontarli* . . » 288
» 32. *Sgombramento di scogli isolati e massi di pietra*. » »
» 33. *Processo di minare sott' acqua*. . . . . » 289
» 37. *Mezzi per dislocare grandiosi massi di pietra nell' acqua* . . . . . » 292
» 41. *Leva girevole* . . . . . » 294
» 42. *Barche colme di acqua*. . . . . » 295
» 43. *La vite* . . . . . » »

V.

Delle conche o sostegni.

» 44. *Principio, su cui è basato l'artifizio delle conche* . » 296
» 45. *Idea generale della loro costruzione* . . . . » »
» 46. *Parti delle conche, e loro denominazione* . . . » 297
» 47. *Dimensioni* . . . . . » 299
» 48. *Fondazione. Con fitta di pali* . . . . . » 301
» 49. *Mezzi per tener lontana l' acqua dall' interno delle fondazioni* . . . . . » »
» 50. *Pali o palanche di sponda* . . . . . » 303
» 51. *Zatterone, e riempitura sotto di esso* . . . . » 304
» 52. *Intavolamento dello zatterone, e platea o fondo di legname* . . . . . » »
» 53. *Platea di pietra*. . . . . » 305
» 54. *Metodi di fondazione senza zatterone* . . . . » »
» 55. *Cautele da aversi per la platea nella fondazio-zione sopra un zatterone* . . . . . » 306
» 56. *La capriata* . . . . . » 307
» 59. *La platea di cascata* . . . . . » 309
» 60. *Il muro di cascata* . . . . . » 310
» 61. *Grossezza dei muri di sponda* . . . . . » »

Parag. 62. *Barbacani nei muri di sponda* . . . . . Pag. 311
» 63. *Mezzi onde render questi impermeabili all'acqua.* » »
» 64. *Le porte delle conche. Requisiti principali di esse.* » 313
» 65. *Singole parti delle porte* . . . . . » »
» 66. *Descrizione delle medesime* . . . . . » 314
» 67. *Sito dei portelli nelle porte, e grandezza delle loro luci* . . . . . » 316
» 68. *Rivestimento delle porte* . . . . . » 317
» 69. *Pontile sulle porte* . . . . . » »
» 70. *Apposizione di cateratte alle porte.* . . . . . » 318
» 71. *Giratori, o canali ai lati per dare acqua al cratere delle conche* . . . . . » »
» 72. *Mezzi di aprire e chiudere le porte* . . . . » 320
» 73. *Inferratura delle porte* . . . . . » 321
» 74. *Loro armamento con anello, piletta e pollice.* . » »
» 75. *Pernio invece del collare, per diminuire l' attrito* . . . . . » 322
» 76. *Forma della piletta e del pollice, e saldamento di essi* . . . . . » »
» 77. *Conformazione dei muri presso alle porte* . . » 323
» 78. *Determinazione del centro di rotazione della porta* . . . . . » »
» 79. *Meccanismo per aprire i portelli delle porte* . . » 324
» 80. *Contrappreso nelle porte* . . . . . » 325
» 81. *Aderenza dei ritti battenti, e mezzi di ovviarla* . » 326
» 82. *Sostegni di legname* . . . . . » »
» 83. *Sostegni accollati* . . . . . » 327
» 84. *Sostegni con vasche di terra* . . . . . » »
» 85. *Variazioni avvenute nella fabbrica dei sostegni* . » »

SEZIONE UNDECIMA

Della costruzione degli argini.

I.

Degli argini in generale.

Parag. 1. *Definizione dell' argine o diga.* . . . . . Pag. 329
» 2. *Origine dell' arte di fabbricare argini e dighe* . » »
» 3. *Argini marittimi e fluviali. Argini maestri e argini estivi* . . . . . » 330
» 4. *Argine dormiente* . . . . . » 331
» 5. *Argine traversagno* . . . . . » »
» 6. *Argini di ala.* . . . . . » »
» 7. *Non si deve esser troppo solleciti nell' intraprendere le arginazioni* . . . . . » »
» 8. *La sussistenza di bassi fondi nei distretti arginati può essere sovente utile e necessaria* . » 332

II.

Della direzione delle linee degli argini e della loro scambievole distanza.

» 9. *Arginazione regolare ed irregolare* . . . . . » 333
» 10. *Direzione degli argini in corso regolare del fiume.* » »
» 11. *Giusta distanza degli argini uno dall' altro, fin qui trascurata.* . . . . . » 334
» 12. *La larghezza normale delle piene determina la distanza degli argini dalle ripe* . . . . . » »
» 13. *Irregolarità e mancanza di sistema nella maggior parte delle arginature* . . . . . » 335

Parag. 14. *Regole per determinare le linee arginali in arginazioni irregolari* . . . . . Pag. 336
» 15. *Giacitura degli argini: soprastante, soggiacente e laterale* . . . . . » 337
» 16. *Non debbono condursi arginamenti per gli spazii che sono cinti da serpentini* . . . . . » »
» 18. *Secondo qual direzione vanno condotti nei serpentini* . . . . . » 338
» 19. *Regola per la direzione degli argini che non ponno esser tirati in linea retta.* . . . . . » 339
» 20. *Gli argini debbono avere golena. Argini froldi, argini di golena* . . . . . » 340
» 21. *Misure da prendersi allorchè gli argini non ponno avere golena* . . . . . » »
» 22. *Un fondo di torba spinto a grande profondità deve essere possibilmente scansato dalla linea arginale* . . . . . » 341
» 23. *Arginazione dei fiumi influenti* . . . . . » 342

III.

Della sezione degli argini.

» 24. *Circostanze che determinano la solidità della sezione degli argini* . . . . . » »
» 25. *Denominazioni delle sue parti* . . . . . » 343
» 26. *Sue dimensioni* . . . . . » »
» 27. *Altezza degli argini.* . . . . . » 345
» 28. *Mezzo per rendere innocua la forte pressione idrostatica sugli argini molto elevati* . . . » »
» 29. *Solidità degli argini traversagni* . . . . . » 346
» 30. *E degli argini estivi* . . . . . » »

Parag. 31. *Argini con profilo trasversale curvilineo* . . . . . Pag. 347

IV.

Della confezione degli argini.

» 32. *Tracciamento degli argini, e preparazione della lor sede* . . . . . » 348
» 33. *Qualità della terra da argini* . . . . . » »
» 34. *Dove può o deve esser prelevata la terra da argini*. . . . . » 349
» 35. *Processo nella esecuzione degli argini* . . . » 350
» 36. *Positura degli strati coi quali viene formato l' argine*. . . . . » 351
» 37. *Maniera di dare all' argine la sua forma durante l' eseguimento* . . . . . » »
» 38. *Misuratore delle scarpe* . . . . . » 352
» 39. *Metodo di fabbricare argini su fondo di torba, e palustre* . . . . . » 353
» 40. *Calo degli argini*. . . . . » »
» 41. *Rivestimento di piote, e modo di approntarle* . » 354
» 42. *Necessità di una cotenna erbosa al piede esterno degli argini* . . . . . » 356
» 43. *Formazione di una verde cotica mediante impianto o seminagione* . . . . . » »
» 44. *Piantamento degli argini con salici* . . . » 357
» 45. *Scarpe arginali selciate* . . . . . » 358

V.

Delle chiaviche degli argini.

» 46. *Scopo delle chiaviche negli argini* . . . . » »
» 47. *Non vanno impiegate pei grandi rivi che intersecano le arginature* . . . . . » 359

Parag. 48. *Differenza tra le chiaviche* . . . . . Pag. 359
» 49. *Chiaviche con porte*. . . . . » »
» 50. *Chiaviche con saracinesche* . . . . . » 360
» 51. *Minori chiaviche. Cateratte oscillanti in luogo di paratoie* . . . . . » »
» 52. *Condotti di legno* . . . . . » 361
» 53. *Larghezza delle chiaviche* . . . . . » »
» 54. *Loro situazione* . . . . . » 362

VI.

Della manutenzione degli argini.

» 55. *Cosa richiedesi per la conservazione degli argini in generale* . . . . . » 363
» 56. *Mantenimento della golena*. . . . . » »
» 57. *Allontanamento e prevenimento di cavità e canali sopra la golena* . . . . . » 364
» 58. *Gli alberi sugli argini sono pericolosi*. . . . » 365
» 59. *Rampe conducenti sugli argini* . . . . . » »
» 60. *Si deve dare la caccia ai topi e alle talpe, per annientarli* . . . . . » »
» 61. *Strade sopra gli argini*. . . . . » 366
» 62. *Mantenimento di una densa cotica erbosa* . . » »
» 63. *Ai guasti della medesima devesi porre prontamente rimedio*. . . . . » 367
» 64. *Utilità e disutilità degli animali da pascolo sulla superficie degli argini*. . . . . » »
» 65. *Metodo di robustare gli argini*. . . . . » 368
» 66. *Necessità di una sorveglianza politica per la conservazione degli argini* . . . . . » »
» 67. *Visita officiosa ai medesimi*. . . . . » 369

Parag. 68. *Pericolo degli argini in tempo di piena. Guardia.* . . . . . Pag. 370
» 69. *Provvigione per gli argini* . . . . . » »
» 70. *Trapelamento dell' acqua attraverso l' argine. Provvedimenti all' incontro di esso.* . . . . » »
» 71. *Mezzi per ovviare alle tracimazioni del fiume* . » 372
» 72. *Grave pericolo in causa della perdita di golena* . » »
» 73. *Necessità di un regolamento d' argini.* . . . . » »
» 74. *Svantaggi della mancanza di un regolar sistema arginale* . . . . . » 373

VII.

Repristino degli argini dopo le rotte.

» 75. *Rotta semplice, rotta fondale, rotta corrente* . . » »
» 76. *Primo provvedimento dopo una rotta. Pronto scolo dell' acque* . . . . . » 374
» 77. *Metodo di ristabilire l' argine dopo una rotta semplice* . . . . . » »
» 78. *Dopo una rotta fondale. Argine traversante; argine fiancheggiante innanzi e dietro alla cavità* . . . . . » 375
» 79. *Processo nell' inarginamento traversante* . . . » »
» 80. *Nel fiancheggiante* . . . . . » 376
» 81. *Argini circondarii* . . . . . » 377
» 82. *Incerta applicazione dei ripari di chiusa nelle rotte d' argini* . . . . . » »
» 83. *Ristabilimento degli argini dopo le rotte correnti* . » 378
» 84. *Regolamento d' argini introdotto nel circolo bavarese del Reno* . . . . . » 379

SEZIONE DUODECIMA

Dell' asciugamento delle paludi.

I.

Delle paludi in generale.

Parag. 1. *Svantaggi prodotti dalle paludi* . . . . Pag. 384
» 2. *La natura cerca ella stessa di attenuarli* . . . » »
» 3. *Vengono ingranditi coi pascoli.* . . . . . » 385
» 4. *Sono maggiori nelle regioni più calde.* . . . . » 386
» 5. *Loro perniciosa influenza sul clima* . . . . » 387
» 6. *Formazione dei paludi. Per effetto della natura.* » »
» 7. *Degli uommi* . . . . . » 389

II.

Dei mezzi per l' asciugamento in generale.

» 8. *Varii metodi di asciugamento* . . . . . » »
» 9. *Mediante diversione delle acque* . . . . . » 390
» 10. *Necessità di una pendenza nel palude. Questa può essere prodotta con l' arte* . . . . . » »
» 11. *Necessità di separare l' acqua interiore del palude da quella de' suoi contorni* . . . . » 391
» 12. *Classificazione dei canali di asciugamento* . . » »
» 13. *Livellazione del palude.* . . . . . » 392
» 14. *Canale primario.* . . . . . » 393
» 15. *Canali secondarii* . . . . . » 394
» 16. *Fossi di scarico* . . . . . » 395

III.

Ordine e direzione dei canali d' asciugamento.

Parag. 17. *Direzione del canale primario* . . . . . Pag. 395
» 18. *Un rivo, che attraversi il palude, può essere convertito in canale primario* . . . . . » 397
» 19. *Direzione dei canali secondarii.* . . . . . » »
» 20. *Metodo di determinarla nel modo il più confacente* . . . . . » 398
» 24. *Direzione dei canali perimetrali. Necessità degli stessi* . . . . . » 400
» 25. *Unione dei canali perimetrali coi canali interni del palude* . . . . . » 401

IV.

Della pendenza dei canali di asciugamento.

» 26. *Pendenza de' canali nell' interno della palude* . » 402
» 27. *Dev' essere al possibile uniforme* . . . . . » »
» 28. *Cangiamento della pendenza per via di chiuse a cascata* . . . . . » 403
» 29. *Rallentamento della velocità dell' acqua ne' canali* . . . . . » »
» 30. *Pendenza de' canali perimetrali* . . . . . » 404
» 31. *Misure precauzionali rispetto ai rivi che sboccano nella palude.* . . . . . » »
» 32. *La diminuzione della loro pendenza non sempre ne diminuisce la velocità* . . . . . » 405
» 33. *Mezzi per rendere innocue le loro ghiaie* . . . » 406

Parag. 34. *La maggiore inclinazione delle vallate laterali di un palude può essere ostacolo al suo prosciugamento* . . . . . Pag. 406

V.

Della sezione dei canali d' asciugamento.

» 35. *Necessità di sapere la quantità d' acqua da smaltirsi* . . . . . » 407
» 36. *Distinzione dell' acqua che fluisce perennemente da quella che a tempi indeterminati mette piede nella palude* . . . . . » »
» 37. *Metodo di determinare la quantità dell' acqua di corso perenne* . . . . . » 408
» 38. *Metodo di rilevare la quantità d' acqua che entra nel palude a tempi indeterminati. Difficoltà ed incertezza inerenti a tale ricerca* . . » 409
» 39. *Determinazioni che ne provengono per ciascuno de' canali* . . . . . » 410
» 40. *Forma la più confacente della sezione dei canali* . . . . . » 411
» 41. *Sezione composta* . . . . . » 413
» 42. *Profondità dei canali* . . . . . » »
» 43. *Larghezza. Modo di determinarla nella sezione semplice* . . . . . » 414
» 44. *Nella composta* . . . . . » 417
» 45. *Inarginamento dei canali* . . . . . » 418

VI.

Dell' asciugamento dei paludi in istrette valli di fiume.

Parag. 46. *Modi onde provennero i paludi in istrette valli di fiume* . . . . . Pag. 418
» 47. *Pratiche quando il palude è nato dall' alzamento delle sponde e del letto fluviale*. . . » 419
» 49. *Quando è causato da soverchia ampiezza del fiume* . . . . . » 420
» 50. *Quando per l' accessione di ammassi di pietre e ghiaie* . . . . . » »
» 51. *Quando in causa di chiuse da mulini*. . . . » 421

VII.

Dell'asciugamento delle paludi mediante alzamento o per colmata.

» 52. *Come si effettua la colmata*. . . . . » 422
» 53. *Differente scopo della medesima* . . . . . » »
» 54. *Esame della quantità e qualità delle materie da impiegarsi a tal uso*. . . . . » 423
» 55. *Qualità del materiale in riguardo allo scopo*. . » 424
» 56. *Colmata regolare ed irregolare* . . . . . » »
» 57. *Colmata irregolare e sue imperfezioni*. . . . » 425
» 59. *Mezzi di evitarne gli scapiti* . . . . . » 426
» 60. *Condotta del rivo, usato a tal uopo, dopo la colmata* . . . . . » 427
» 61. *Colmata regolare* . . . . . » »
» 62. *Maniera di condurre nel palude l'acqua da impiegarsi per la colmata* . . . . . » 428
» 63. *Circondamento del palude con argini* . . . . » 429

Parag. 64. *Struttura di tali argini* . . . . . Pag. 429
» 65. *Regresso dell' acqua* . . . . . » »
» 66. *Cascate negli argini* . . . . . » 430
» 67. *Mezzi di guidare nel palude grosse o fine materie a tenore del bisogno* . . . . . » 431
» 68. *Colmata parziale* . . . . . » »
» 69. *Pratiche dopo il compimento della colmata* . . » 432
» 70. *Caso nel quale questa colmata è da tenersi permanente* . . . . . » »
» 71. *Prati a guazzo* . . . . . » »
» 72. *Circostanze in cui sono possibili* . . . . . » 433
» 73. *Descrizione della maniera di produrli. Fossi di derivazione, guazzatoi, banco da guazzo* . . » »
» 75. *Necessità d' impiegare il livello ad acqua, l' archipendolo e la staggia in questa operazione* . » 435
» 76. *Formazione dei canali diversivi per l' irrigazione dei prati* . . . . . » 436
» 77. *Assicurazione dei medesimi contro le scavazioni* . » »
» 79. *Completamento dei prati a guazzo* . . . . » 438

VIII.

Attivazione dell' asciugamento, e norme da seguirsi dopo l' attuazione di esso.

» 80. *Si deve prender le mosse dai canali del perimetro* . . . . . » »
» 81. *Quando sono questi escavati in suolo sabbioniccio. Soglie nel letto dei canali* . . . . . » 439
» 82. *Canali in argine. Quando debbono esser fatti di ghiaie e di arene* . . . . . » »
» 83. *Scavo del canale primario* . . . . . » 440

Parag. 84. *Rialti alle sponde dei canali. Scopo di essi* . Pag. 441
» 85. *Loro guernimento di alberi* . . . . . » 442
» 86. *Stabilimento di strade e ponti* . . . . . » »
» 87. *Norme per la conservazione dei manufatti d'asciugamento* . . . . . » 443
» 88. *Sorveglianza politica* . . . . . » 444
» 89. *Nocevolezza degli animali da pascolo, e allontanamento dei medesimi*. . . . . » »
» 90. *Inutile timore di un asciugamento spinto a troppa profondità* . . . . . » 445

FINE DELL' INDICE DELLA SECONDA PARTE.

			Errata	Corrige
Pag.	12	lin. 8	spor	sporti
	17	27	un	posto un
	23	12	impedire	impedire il fiume
	95	6	vengano	vengono
	101	5	declinanti a.	declinanti, a
	106	11	introdursi	introdurvi
	151	8	interzimento	interrimento
	185	4	Ciò si non	Ciò non si
	187	28	promuovere al	promuovere la
	198	9	un protratta	protratto
	230	16	o per lo	per lo
	252	9	trovando più	trova più
	276	20	306″.12	3,06″.12
	287	11	che metterà	metterà
	297	4	dal R	R dal
	»	21	il nome	ha il nome
	300	6	2 fin 5	3 fin 5
	316	29	chiuse	chiuse minori
	321	24	anello, fig. 90	anello, fig. 89
	322	12	fig. 89. A	fig. 88′ A
	323	3	e che vi	che vi
	»	8	fig. 89	fig. 88′
	324	11	del centro	dal centro
	»	3	(fig. 91)	(fig. 90)
	326	9	fig. 92 A	fig. 91 A
	»	12	B fig. 92	B fig. 91
	331	6	costruire	costruirne
	332	31	hanno	che hanno
	347	17	di venire	di varie

Errata				Corrige
Pag. 405	lin.	18	Plarnerlinth	Glarnerlinth
dopo la lin. 14 *pag.* 415 *è omesso*				675 : 3,15 = 215,65; e l'ampiezza del canale, dividendo questa quantità per la sua profondità; in conseguenza
Pag. 415	lin.	10	7,146,6,48	7,146 : 6,48
427		24	suo verso	suo corso
428		32	della sezione	nella sezione

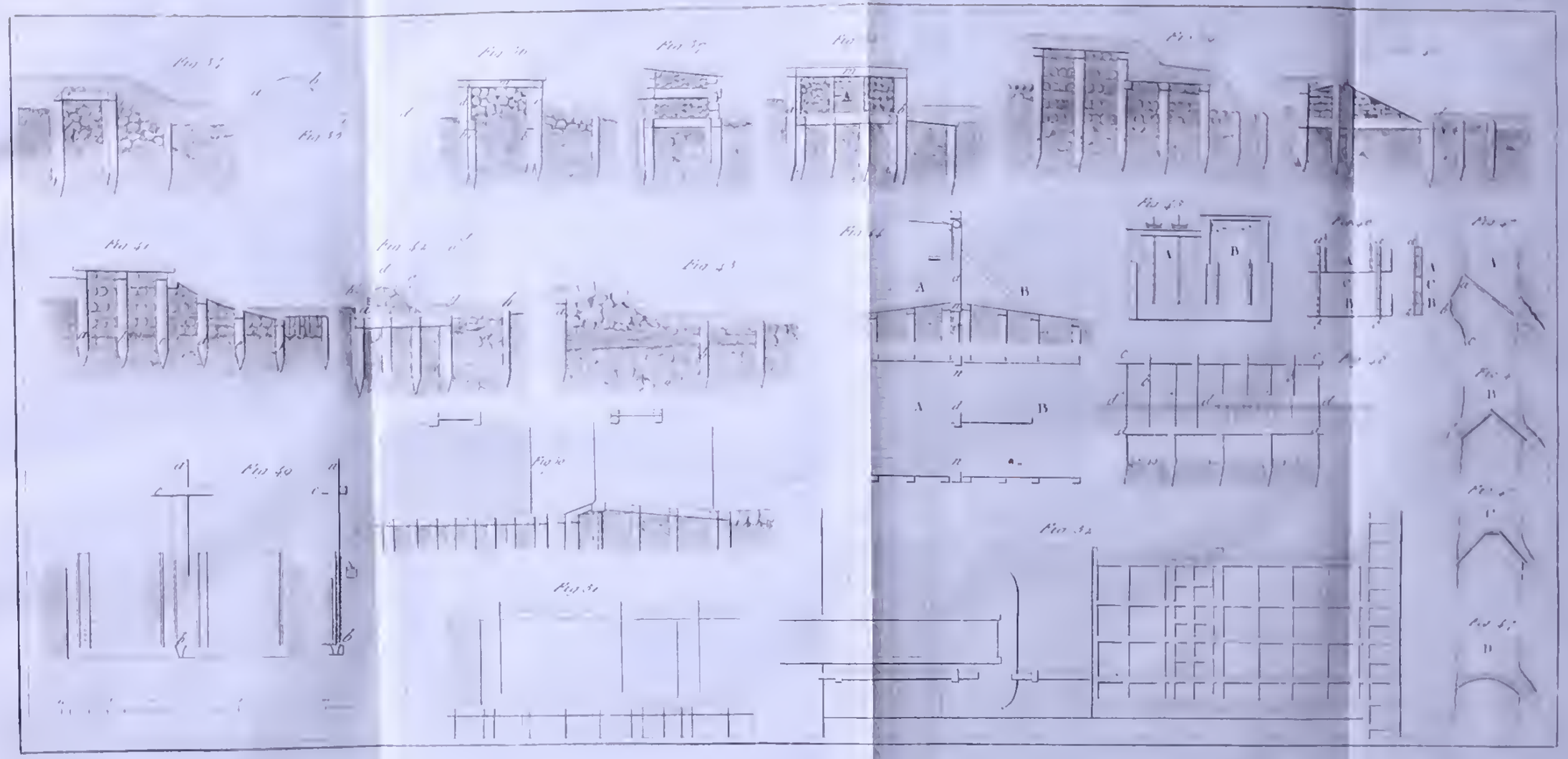
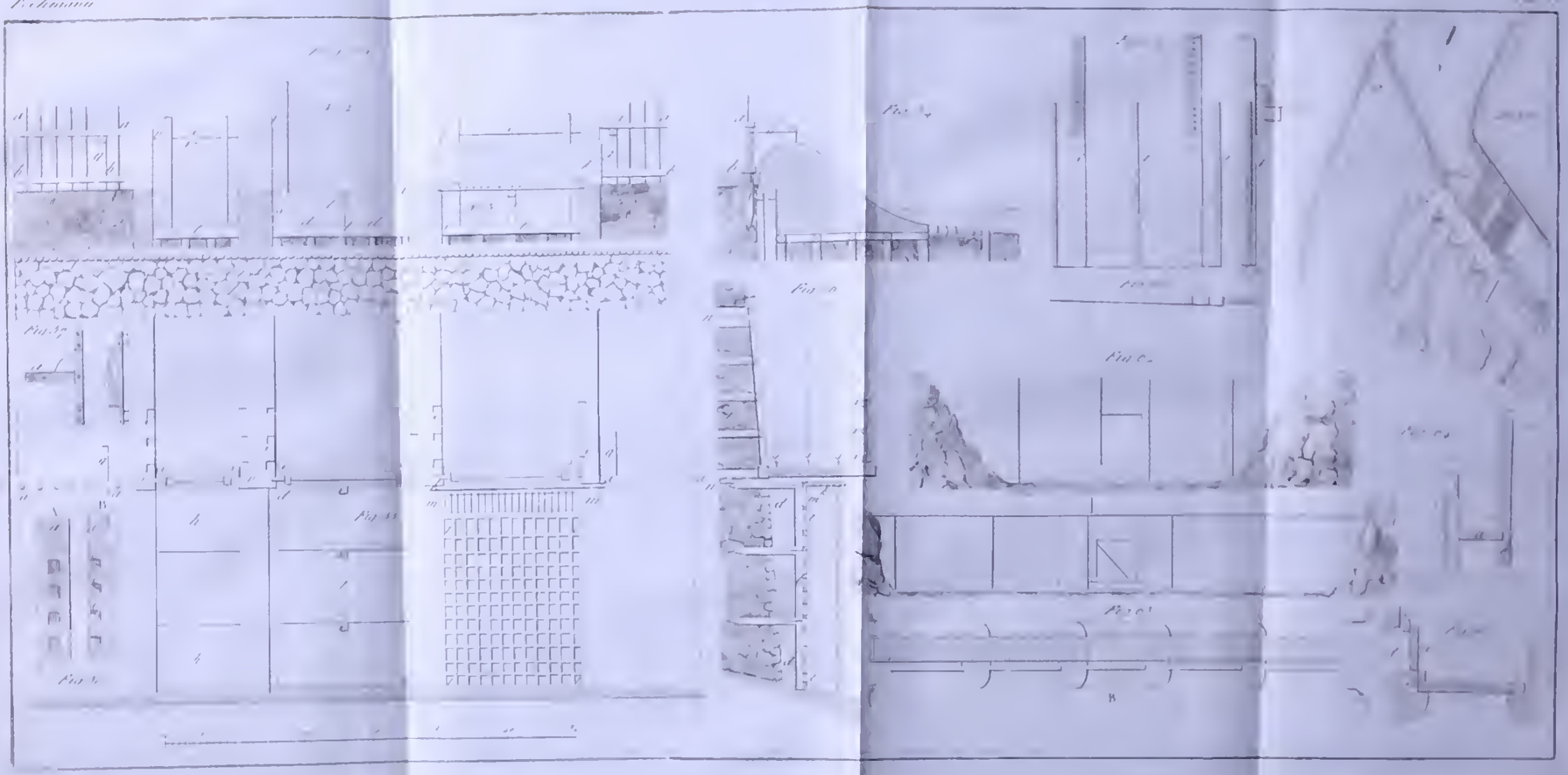


Fig. 37
Fig. 38
Fig. 39
Fig. 40
Fig. 41
Fig. 42
Fig. 43
Fig. 44
Fig. 45
Fig. 46
Fig. 47
Fig. 48
Fig. 49
Fig. 50
Fig. 51
Fig. 52
Fig. 53
Fig. 54
Fig. 55
Fig. 56
Fig. 57
Fig. 58
Fig. 59
Fig. 60
Fig. 61
Fig. 62
Fig. 63
Fig. 64
Fig. 65
Fig. 66
Fig. 67
Fig. 68
Fig. 69
Fig. 70
Fig. 71
Fig. 72
Fig. 73
Fig. 74
Fig. 75
Fig. 76
Fig. 77
Fig. 78
Fig. 79
Fig. 80
Fig. 81
Fig. 82
Fig. 83
Fig. 84
Fig. 85
Fig. 86
Fig. 87
Fig. 88
Fig. 89
Fig. 90
Fig. 91
Fig. 92
Fig. 93
Fig. 94
Fig. 95
Fig. 96
Fig. 97
Fig. 98
Fig. 99
Fig. 100
Fig. 101
Fig. 102
Fig. 103
Fig. 104
Fig. 105
Fig. 106
Fig. 107
Fig. 108
Fig. 109
Fig. 110
Fig. 111
Fig. 112
Fig. 113
Fig. 114
Fig. 115
Fig. 116
Fig. 117
Fig. 118
Fig. 119
Fig. 120
Fig. 121
Fig. 122
Fig. 123
Fig. 124
Fig. 125
Fig. 126
Fig. 127
Fig. 128
Fig. 129
Fig. 130
Fig. 131
Fig. 132
Fig. 133
Fig. 134
Fig. 135
Fig. 136
Fig. 137
Fig. 138
Fig. 139
Fig. 140
Fig. 141
Fig. 142
Fig. 143
Fig. 144
Fig. 145
Fig. 146
Fig. 147
Fig. 148
Fig. 149
Fig. 150
Fig. 151
Fig. 152
Fig. 153
Fig. 154
Fig. 155
Fig. 156
Fig. 157
Fig. 158
Fig. 159
Fig. 160
Fig. 161
Fig. 162
Fig. 163
Fig. 164
Fig. 165
Fig. 166
Fig. 167
Fig. 168
Fig. 169
Fig. 170
Fig. 171
Fig. 172
Fig. 173
Fig. 174
Fig. 175
Fig. 176
Fig. 177
Fig. 178
Fig. 179
Fig. 180
Fig. 181
Fig. 182
Fig. 183
Fig. 184
Fig. 185
Fig. 186
Fig. 187
Fig. 188
Fig. 189
Fig. 190
Fig. 191
Fig. 192
Fig. 193
Fig. 194
Fig. 195
Fig. 196
Fig. 197
Fig. 198
Fig. 199
Fig. 200
Fig. 201
Fig. 202
Fig. 203
Fig. 204
Fig. 205
Fig. 206
Fig. 207
Fig. 208
Fig. 209
Fig. 210
Fig. 211
Fig. 212
Fig. 213
Fig. 214
Fig. 215
Fig. 216
Fig. 217
Fig. 218
Fig. 219
Fig. 220
Fig. 221
Fig. 222
Fig. 223
Fig. 224
Fig. 225
Fig. 226
Fig. 227
Fig. 228
Fig. 229
Fig. 230
Fig. 231
Fig. 232
Fig. 233
Fig. 234
Fig. 235
Fig. 236
Fig. 237
Fig. 238
Fig. 239
Fig. 240
Fig. 241
Fig. 242
Fig. 243
Fig. 244
Fig. 245
Fig. 246
Fig. 247
Fig. 248
Fig. 249
Fig. 250
Fig. 251
Fig. 252
Fig. 253
Fig. 254
Fig. 255
Fig. 256
Fig. 257
Fig. 258
Fig. 259
Fig. 260
Fig. 261
Fig. 262
Fig. 263
Fig. 264
Fig. 265
Fig. 266
Fig. 267
Fig. 268
Fig. 269
Fig. 270
Fig. 271
Fig. 272
Fig. 273
Fig. 274
Fig. 275
Fig. 276
Fig. 277
Fig. 278
Fig. 279
Fig. 280
Fig. 281
Fig. 282
Fig. 283
Fig. 284
Fig. 285
Fig. 286
Fig. 287
Fig. 288
Fig. 289
Fig. 290
Fig. 291
Fig. 292
Fig. 293
Fig. 294
Fig. 295
Fig. 296
Fig. 297
Fig. 298
Fig. 299
Fig. 300
Fig. 301
Fig. 302
Fig. 303
Fig. 304
Fig. 305
Fig. 306
Fig. 307
Fig. 308
Fig. 309
Fig. 310
Fig. 311
Fig. 312
Fig. 313
Fig. 314
Fig. 315
Fig. 316
Fig. 317
Fig. 318
Fig. 319
Fig. 320
Fig. 321
Fig. 322
Fig. 323
Fig. 324
Fig. 325
Fig. 326
Fig. 327
Fig. 328
Fig. 329
Fig. 330
Fig. 331
Fig. 332
Fig. 333
Fig. 334
Fig. 335
Fig. 336
Fig. 337
Fig. 338
Fig. 339
Fig. 340
Fig. 341
Fig. 342
Fig. 343
Fig. 344
Fig. 345
Fig. 346
Fig. 347
Fig. 348
Fig. 349
Fig. 350
Fig. 351
Fig. 352
Fig. 353
Fig. 354
Fig. 355
Fig. 356
Fig. 357
Fig. 358
Fig. 359
Fig. 360
Fig. 361
Fig. 362
Fig. 363
Fig. 364
Fig. 365
Fig. 366
Fig. 367
Fig. 368
Fig. 369
Fig. 370
Fig. 371
Fig. 372
Fig. 373
Fig. 374
Fig. 375
Fig. 376
Fig. 377
Fig. 378
Fig. 379
Fig. 380
Fig. 381
Fig. 382
Fig. 383
Fig. 384
Fig. 385
Fig. 386
Fig. 387
Fig. 388
Fig. 389
Fig. 390
Fig. 391
Fig. 392
Fig. 393
Fig. 394
Fig. 395
Fig. 396
Fig. 397
Fig. 398
Fig. 399
Fig. 400
Fig. 401
Fig. 402
Fig. 403
Fig. 404
Fig. 405
Fig. 406
Fig. 407
Fig. 408
Fig. 409
Fig. 410
Fig. 411
Fig. 412
Fig. 413
Fig. 414
Fig. 415
Fig. 416
Fig. 417
Fig. 418
Fig. 419
Fig. 420
Fig. 421
Fig. 422
Fig. 423
Fig. 424
Fig. 425
Fig. 426
Fig. 427
Fig. 428
Fig. 429
Fig. 430
Fig. 431
Fig. 432
Fig. 433
Fig. 434
Fig. 435
Fig. 436
Fig. 437
Fig. 438
Fig. 439
Fig. 440
Fig. 441
Fig. 442
Fig. 443
Fig. 444
Fig. 445
Fig. 446
Fig. 447
Fig. 448
Fig. 449
Fig. 450
Fig. 451
Fig. 452
Fig. 453
Fig. 454
Fig. 455
Fig. 456
Fig. 457
Fig. 458
Fig. 459
Fig. 460
Fig. 461
Fig. 462
Fig. 463
Fig. 464
Fig. 465
Fig. 466
Fig. 467
Fig. 468
Fig. 469
Fig. 470
Fig. 471
Fig. 472
Fig. 473
Fig. 474
Fig. 475
Fig. 476
Fig. 477
Fig. 478
Fig. 479
Fig. 480
Fig. 481
Fig. 482
Fig. 483
Fig. 484
Fig. 485
Fig. 486
Fig. 487
Fig. 488
Fig. 489
Fig. 490
Fig. 491
Fig. 492
Fig. 493
Fig. 494
Fig. 495
Fig. 496
Fig. 497
Fig. 498
Fig. 499
Fig. 500
Fig. 501
Fig. 502
Fig. 503
Fig. 504
Fig. 505
Fig. 506
Fig. 507
Fig. 508
Fig. 509
Fig. 510
Fig. 511
Fig. 512
Fig. 513
Fig. 514
Fig. 515
Fig. 516
Fig. 517
Fig. 518
Fig. 519
Fig. 520
Fig. 521
Fig. 522
Fig. 523
Fig. 524
Fig. 525
Fig. 526
Fig. 527
Fig. 528
Fig. 529
Fig. 530
Fig. 531
Fig. 532
Fig. 533
Fig. 534
Fig. 535
Fig. 536
Fig. 537
Fig. 538
Fig. 539
Fig. 540
Fig. 541
Fig. 542
Fig. 543
Fig. 544
Fig. 545
Fig. 546
Fig. 547
Fig. 548
Fig. 549
Fig. 550
Fig. 551
Fig. 552
Fig. 553
Fig. 554
Fig. 555
Fig. 556
Fig. 557
Fig. 558
Fig. 559
Fig. 560
Fig. 561
Fig. 562
Fig. 563
Fig. 564
Fig. 565
Fig. 566
Fig. 567
Fig. 568
Fig. 569
Fig. 570
Fig. 571
Fig. 572
Fig. 573
Fig. 574
Fig. 575
Fig. 576
Fig. 577
Fig. 578
Fig. 579
Fig. 580
Fig. 581
Fig. 582
Fig. 583
Fig. 584
Fig. 585
Fig. 586
Fig. 587
Fig. 588
Fig. 589
Fig. 590
Fig. 591
Fig. 592
Fig. 593
Fig. 594
Fig. 595
Fig. 596
Fig. 597
Fig. 598
Fig. 599
Fig. 600
Fig. 601
Fig. 602
Fig. 603
Fig. 604
Fig. 605
Fig. 606
Fig. 607
Fig. 608
Fig. 609
Fig. 610
Fig. 611
Fig. 612
Fig. 613
Fig. 614
Fig. 615
Fig. 616
Fig. 617
Fig. 618
Fig. 619
Fig. 620
Fig. 621
Fig. 622
Fig. 623
Fig. 624
Fig. 625
Fig. 626
Fig. 627
Fig. 628
Fig. 629
Fig. 630
Fig. 631
Fig. 632
Fig. 633
Fig. 634
Fig. 635
Fig. 636
Fig. 637
Fig. 638
Fig. 639
Fig. 640
Fig. 641
Fig. 642
Fig. 643
Fig. 644
Fig. 645
Fig. 646
Fig. 647
Fig. 648
Fig. 649
Fig. 650
Fig. 651
Fig. 652
Fig. 653
Fig. 654
Fig. 655
Fig. 656
Fig. 657
Fig. 658
Fig. 659
Fig. 660
Fig. 661
Fig. 662
Fig. 663
Fig. 664
Fig. 665
Fig. 666
Fig. 667
Fig. 668
Fig. 669
Fig. 670
Fig. 671
Fig. 672
Fig. 673
Fig. 674
Fig. 675
Fig. 676
Fig. 677
Fig. 678
Fig. 679
Fig. 680
Fig. 681
Fig. 682
Fig. 683
Fig. 684
Fig. 685
Fig. 686
Fig. 687
Fig. 688
Fig. 689
Fig. 690
Fig. 691
Fig. 692
Fig. 693
Fig. 694
Fig. 695
Fig. 696
Fig. 697
Fig. 698
Fig. 699
Fig. 700
Fig. 701
Fig. 702
Fig. 703
Fig. 704
Fig. 705
Fig. 706
Fig. 707
Fig. 708
Fig. 709
Fig. 710
Fig. 711
Fig. 712
Fig. 713
Fig. 714
Fig. 715
Fig. 716
Fig. 717
Fig. 718
Fig. 719
Fig. 720
Fig. 721
Fig. 722
Fig. 723
Fig. 724
Fig. 725
Fig. 726
Fig. 727
Fig. 728
Fig. 729
Fig. 730
Fig. 731
Fig. 732
Fig. 733
Fig. 734
Fig. 735
Fig. 736
Fig. 737
Fig. 738
Fig. 739
Fig. 740
Fig. 741
Fig. 742
Fig. 743
Fig. 744
Fig. 745
Fig. 746
Fig. 747
Fig. 748
Fig. 749
Fig. 750
Fig. 751
Fig. 752
Fig. 753
Fig. 754
Fig. 755
Fig. 756
Fig. 757
Fig. 758
Fig. 759
Fig. 760
Fig. 761
Fig. 762
Fig. 763
Fig. 764
Fig. 765
Fig. 766
Fig. 767
Fig. 768
Fig. 769
Fig. 770
Fig. 771
Fig. 772
Fig. 773
Fig. 774
Fig. 775
Fig. 776
Fig. 777
Fig. 778
Fig. 779
Fig. 780
Fig. 781
Fig. 782
Fig. 783
Fig. 784
Fig. 785
Fig. 786
Fig. 787
Fig. 788
Fig. 789
Fig. 790
Fig. 791
Fig. 792
Fig. 793
Fig. 794
Fig. 795
Fig. 796
Fig. 797
Fig. 798
Fig. 799
Fig. 800
Fig. 801
Fig. 802
Fig. 803
Fig. 804
Fig. 805
Fig. 806
Fig. 807
Fig. 808
Fig. 809
Fig. 810
Fig. 811
Fig. 812
Fig. 813
Fig. 814
Fig. 815
Fig. 816
Fig. 817
Fig. 818
Fig. 819
Fig. 820
Fig. 821
Fig. 822
Fig. 823
Fig. 824
Fig. 825
Fig. 826
Fig. 827
Fig. 828
Fig. 829
Fig. 830
Fig. 831
Fig. 832
Fig. 833
Fig. 834
Fig. 835
Fig. 836
Fig. 837
Fig. 838
Fig. 839
Fig. 840
Fig. 841
Fig. 842
Fig. 843
Fig. 844
Fig. 845
Fig. 846
Fig. 847
Fig. 848
Fig. 849
Fig. 850
Fig. 851
Fig. 852
Fig. 853
Fig. 854
Fig. 855
Fig. 856
Fig. 857
Fig. 858
Fig. 859
Fig. 860
Fig. 861
Fig. 862
Fig. 863
Fig. 864
Fig. 865
Fig. 866
Fig. 867
Fig. 868
Fig. 869
Fig. 870
Fig. 871
Fig. 872
Fig. 873
Fig. 874
Fig. 875
Fig. 876
Fig. 877
Fig. 878
Fig. 879
Fig. 880
Fig. 881
Fig. 882
Fig. 883
Fig. 884
Fig. 885
Fig. 886
Fig. 887
Fig. 888
Fig. 889
Fig. 890
Fig. 891
Fig. 892
Fig. 893
Fig. 894
Fig. 895
Fig. 896
Fig. 897
Fig. 898
Fig. 899
Fig. 900
Fig. 901
Fig. 902
Fig. 903
Fig. 904
Fig. 905
Fig. 906
Fig. 907
Fig. 908
Fig. 909
Fig. 910
Fig. 911
Fig. 912
Fig. 913
Fig. 914
Fig. 915
Fig. 916
Fig. 917
Fig. 918
Fig. 919
Fig. 920
Fig. 921
Fig. 922
Fig. 923
Fig. 924
Fig. 925
Fig. 926
Fig. 927
Fig. 928
Fig. 929
Fig. 930
Fig. 931
Fig. 932
Fig. 933
Fig. 934
Fig. 935
Fig. 936
Fig. 937
Fig. 938
Fig. 939
Fig. 940
Fig. 941
Fig. 942
Fig. 943
Fig. 944
Fig. 945
Fig. 946
Fig. 947
Fig. 948
Fig. 949
Fig. 950
Fig. 951
Fig. 952
Fig. 953
Fig. 954
Fig. 955
Fig. 956
Fig. 957
Fig. 958
Fig. 959
Fig. 960
Fig. 961
Fig. 962
Fig. 963
Fig. 964
Fig. 965
Fig. 966
Fig. 967
Fig. 968
Fig. 969
Fig. 970
Fig. 971
Fig. 972
Fig. 973
Fig. 974
Fig. 975
Fig. 976
Fig. 977
Fig. 978
Fig. 979
Fig. 980
Fig. 981
Fig. 982
Fig. 983
Fig. 984
Fig. 985
Fig. 986
Fig. 987
Fig. 988
Fig. 989
Fig. 990
Fig. 991
Fig. 992
Fig. 993
Fig. 994
Fig. 995
Fig. 996
Fig. 997
Fig. 998
Fig. 999
Fig. 1000



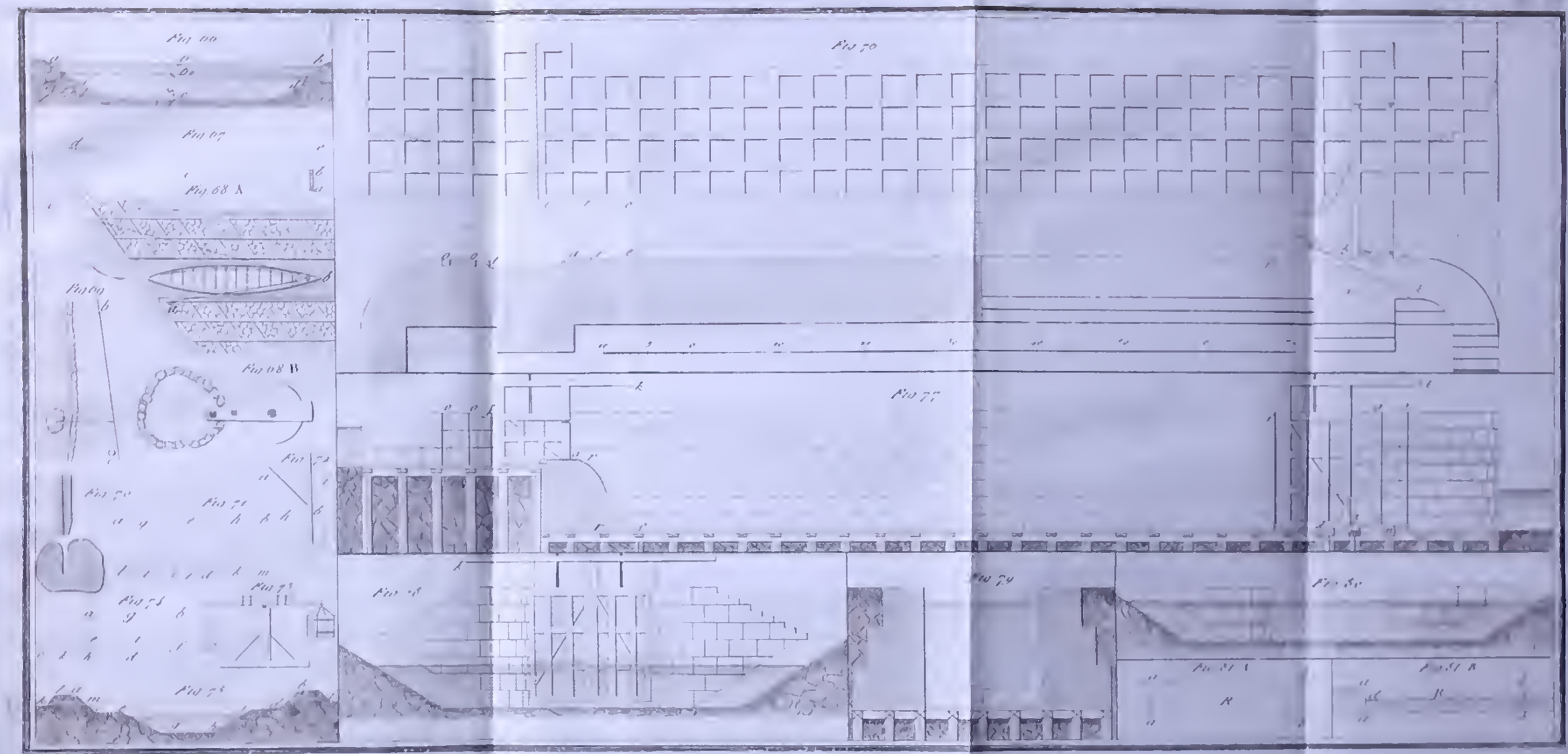
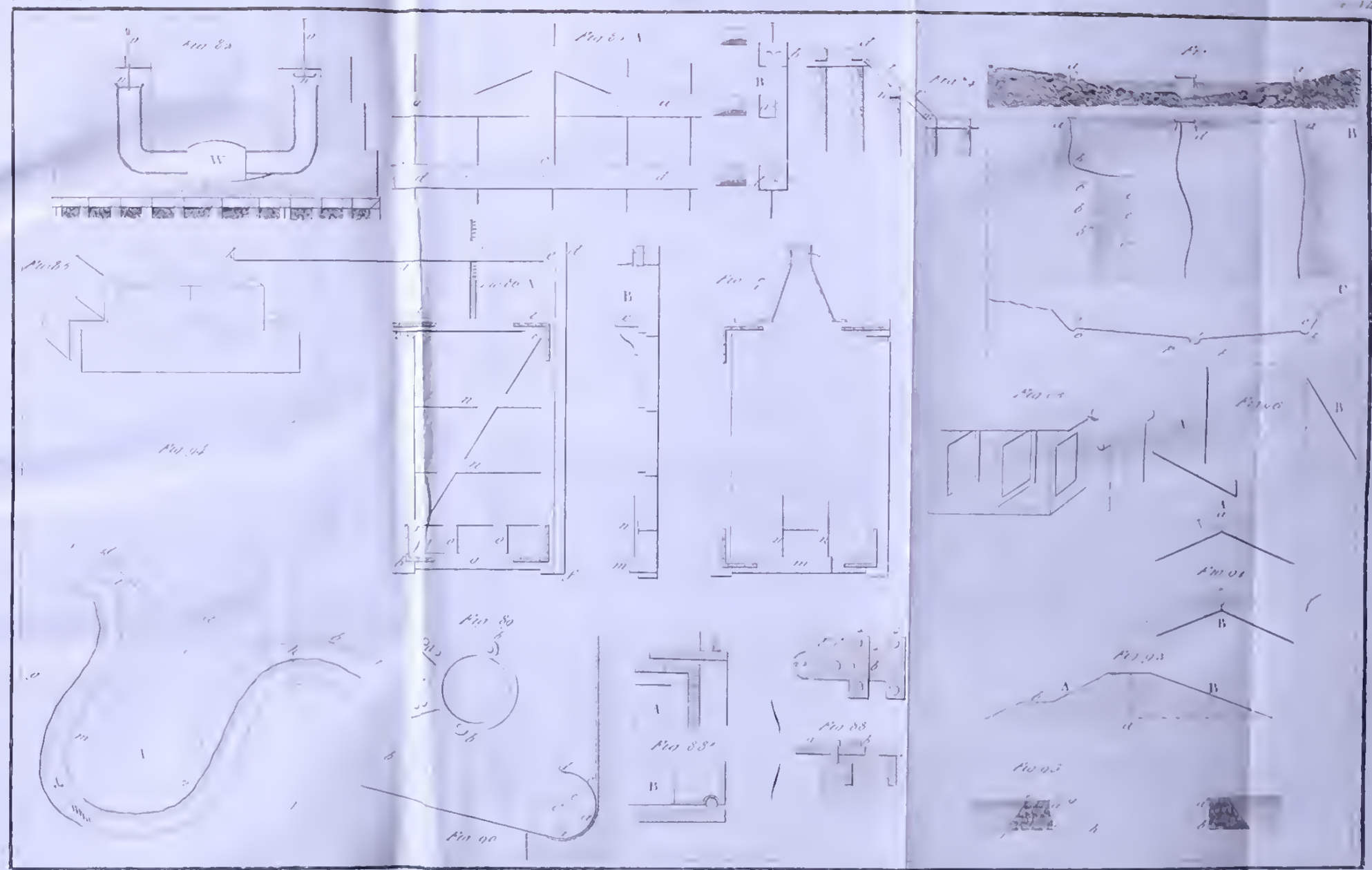


Fig. 66
Fig. 67
Fig. 68 A
Fig. 68 B
Fig. 70
Fig. 77
Fig. 79



UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 107559210